- Calibrateur Multifonctions
- Multifunction Calibrator

CX 1651



FRANÇAIS **Notice de Fonctionnement**
ENGLISH **User's Manual**

Sommaire

Informations de base

Le calibrateur multifonctions CX1651 est un calibrateur-testeur multifonctions destiné essentiellement à servir d'étalon aux laboratoires d'étalonnage. Il peut étalonner tout instrument mesurant la tension, le courant, la résistance, la capacité et la fréquence. Générant des signaux non harmoniques fixes, il peut étalonner les instruments de mesure par des signaux contenant des distorsions harmoniques non nulles. La fréquence, l'amplitude et le rapport cyclique de son signal de sortie sont réglables. Le calibrateur multifonctions CX1651 convient également à l'étalonnage de base des oscilloscopes.

Il comporte une fonction simulant les capteurs de température à résistance et à thermocouple ainsi qu'un multimètre incorporé qui peut être utilisé simultanément. Il est ainsi possible de vérifier des transducteurs, régulateurs et capteurs de divers types sans instrument de mesure supplémentaire.
Utilisé comme testeur, ses fonctions programmables comprennent la programmation d'une procédure d'essai en 10 étapes qui s'effectue automatiquement et affiche à son terme une information PASS/FAIL. Cette fonction est liée à une sortie de relais indépendante permettant de commander un autre équipement.

Les fonctions de base du calibrateur incluent la production d'une tension calibrée continue et alternative dans la gamme 0 µV à 1 000 V et d'un courant continu et alternatif dans une gamme de 0 µA à 20 A (50 µA à 1 000 A avec une bobine de 50 spires). La précision maximale du calibrateur atteint 0,0035 % pour les tensions continues, 0,03 % pour les tensions alternatives, 0,013 % pour le courant continu et 0,055 % pour le courant alternatif. La gamme de fréquence maximale s'étend de 20 Hz à 50 kHz. Le calibrateur peut générer des signaux périodiques non harmoniques avec un rapport cyclique défini. Cette possibilité facilite particulièrement la vérification des multimètres et de leur précision dans la mesure de signaux non harmoniques en courant continu.

Le calibrateur peut également simuler une résistance ou une capacité. La gamme de résistances s'étend de 0 Ω à 50 MΩ et celle des capacités de 1 nF à 50 µF, avec une précision convenant à l'étalonnage des multimètres courants. La précision de base des gammes de résistances est de 0,03 %, celle des gammes de capacité est de 0,5 %. La résistance peut être utilisée avec des signaux alternatifs atteignant entre 300 Hz et 1 kHz selon la valeur définie.

Les gammes de fréquence du calibrateur peuvent générer un signal carré avec un rapport cyclique et une amplitude définissables et calibrés dans la gamme 1 mV – 10 V et dans une gamme de fréquence comprise entre 0 et 10 kHz. Il est même possible de générer un signal carré à flancs montants extrêmement brefs jusqu'à 20 MHz. Les gammes de fréquence peuvent être utilisées pour étalonner les gammes de fréquence correspondantes de multimètres, ainsi que la sensibilité d'entrée et les bases de temps des oscilloscopes.

Le mode wattmètre permet d'étalonner des wattmètres et des analyseurs de réseau monophasés DC et AC. La gamme des tensions atteint 240 V et celle des courants 10 A, avec des facteurs de puissance de -1 à +1 et une résolution de 1 % dans la plage de fréquences 40 Hz à 400 Hz. La sortie en tension peut fournir des charges jusqu'à 30 mA, permettant ainsi l'étalonnage des wattmètres mécaniques.

Le calibrateur comporte également des capteurs de simulation de température pouvant servir à l'étalonnage des thermomètres et des sondes de température. Il permet la simulation de tous les capteurs à résistance Pt et Ni courants ainsi que des thermocouples de types R, S, B, J, T, E, K et N. La compensation des thermocouples à soudure froide s'effectue par la saisie de la température appropriée sur le clavier du calibrateur. La précision des capteurs de température simulée dépend de la valeur et du type de capteur. Elle varie entre 0,04 ^{o}C et 0,5 ^{o}C pour les sondes à résistance et entre 0,4 ^{o}C et 4,3 ^{o}C pour les thermocouples.

Avec des gammes de base de 20 mA, 20 mV, 200 mV et 10 V et une précision de 0,01 %, le multimètre peut mesurer les signaux normalisés de capteurs, de thermocouples externes ou de capteurs à résistance ou mesurer la pression et la force à l'aide de capteurs à jauge de contrainte.

Le calibrateur comporte de nombreuses autres fonctions facilitant son utilisation : écart relatif à partir de la valeur de consigne de la sortie, incertitude affichée du signal de sortie, etc. Les commandes du calibrateur et l'affichage de son état reposent sur un écran luminescent plat qui fournit toutes les informations nécessaires. L'appareil est commandé par des menus qui s'ouvrent à l'écran et de sélections dans ces menus. Des touches directes sont attribuées aux fonctions fréquemment utilisées. Le calibrateur est fourni en standard avec un bus GPIB et une ligne RS-232 permettant de le commander depuis un PC.

Il s'intègre facilement dans des systèmes d'étalonnage prenant en charge le logiciel MBASE/WinQbase.

ATTENTION !
Le calibrateur génère des tensions mortelles.

Il ne doit être utilisé que conformément aux indications de ce manuel.

Préparation avant utilisation

Inspection du contenu du colis, sélection de l'emplacement d'installation

Le colis de base comporte les éléments suivants :

- Calibrateur multifonction
- Cordon d'alimentation
- Fusibles de rechange T4L250/T, T8L250/T
- Manuel d'utilisation
- Rapport d'essai
- Câbles d'essai 1 000 V/20 A (x2)
- Adaptateur de câble Option 40
- Adaptateur de câble Option 60
- Adaptateur de câble Option 70
- Câble RS 232

Le calibrateur doit être alimenté par courant secteur 230/115 V – 50/60 Hz. Il s'agit d'un instrument de laboratoire dont les paramètres sont garantis à 23±2 ^{o}C. Avant de mettre les instruments sous tension, placez-le sur une surface plane. Ne recouvrez pas les fentes d'aération sous l'appareil ni l'ouverture du ventilateur sur le panneau arrière.

Mise sous tension

- Avant de brancher l'appareil sur le secteur, vérifiez la position du sélecteur de tension d'alimentation situé sur le panneau arrière.
- Branchez le cordon d'alimentation d'un côté sur le connecteur situé sur le panneau arrière et de l'autre sur une prise murale.
- Appuyez sur l'interrupteur d'alimentation secteur situé sur le panneau arrière. L'écran plat s'allume.
- Le calibrateur effectue des tests internes du matériel pendant 5 secondes.
- Lorsque ces tests sont terminés, le calibrateur revient à son état de référence, c'est-à-dire aux paramètres suivants :

Fonction	tension continue
Gamme	20 V
Valeur de consigne	10 V
Bornes de sortie	déconnectées

L'adresse GPIB du calibrateur est préréglée en usine sur 2. Cette valeur s'applique jusqu'à ce que l'utilisateur la modifie.

Remarque : Le calibrateur revient à son état de référence en cas de mise hors tension / remise sous tension.

Temps de préchauffage

Le calibrateur est en état de fonctionner dès que les tests initiaux sont terminés après la mise sous tension. Les paramètres spécifiés ne sont garantis qu'après 60 minutes de préchauffage de l'instrument. Pendant cette période, il ne peut être étalonné. L'écran affiche un message “cannot access the calibration” (étalonnage inaccessible) en cas de tentative d'étalonnage avant ce délai.

Remplacement des fusibles

Le calibrateur comporte un fusible situé dans le connecteur d'alimentation secteur sur le panneau arrière. Pour remplacer le fusible, procédez comme suit :

- Éteignez le calibrateur.
- Débranchez le cordon d'alimentation de son connecteur sur le panneau arrière.
- En introduisant la lame d'un tournevis plat dans l'ouverture du sélecteur de tension secteur, retirez le porte-fusible.
- Retirez le fusible et remplacez-le par un neuf de même valeur.

Précautions de sécurité

L'instrument est conçu pour appartenir à la classe de sécurité I selon EN 61010-1. Cette conception répond aux prescriptions de l'amendement A2 de la norme.

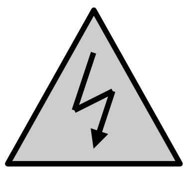
La sécurité est assurée par la conception et par l'utilisation de types spécifiques de composants.

Le fabricant n'est pas responsable des dommages provoqués par une modification de la structure ou par le remplacement de composants par des pièces qui ne seraient pas d'origine.

Symboles de sécurité utilisés sur l'équipement



Avertissement, consultez la documentation



Avertissement, risque de choc électrique

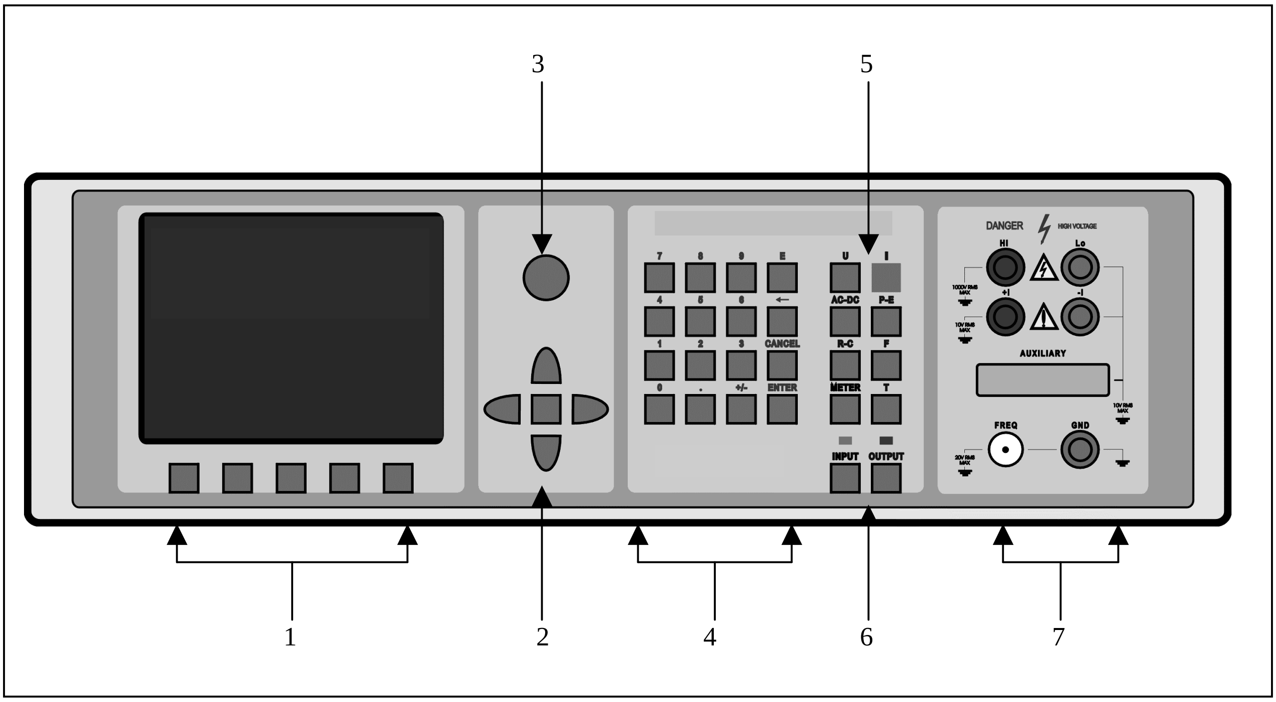


Danger, tension élevée

Description des commandes

Panneau avant

Le panneau avant du calibrateur comporte un écran plat luminescent, des touches de commande et des bornes de sortie. Les commandes du panneau avant sont représentées sur l'illustration ci-dessous.



1. Touches d'écran

Cinq touches, dont l'usage change selon le contenu de l'écran, sont disposées sous ce dernier. Ces touches servent généralement à ouvrir le menu, à changer de gamme, à faire défiler les options, à enregistrer des valeurs, etc.

2. Touches du curseur

Ces touches commandent le curseur à l'écran dans les limites autorisées. Le clavier comporte deux touches (< et >) permettant de régler le curseur à la position requise sur l'écran. Le curseur peut être déplacé vers la gauche ou vers la droite. Ces touches servent généralement à faire défiler des options ou à passer d'une option à une autre ou d'un niveau de menu à un autre. Des valeurs numériques peuvent également être définies dans certains modes de commande. Dans ce cas, les touches marquées (∧ et ∨) servent à incrémenter ou à décrémenter le nombre situé sous le curseur.

La touche centrale sert à confirmer la sélection (ENTER), ou à opérer une sélection (SELECT) dans le menu.

3. Potentiomètre

Le potentiomètre intègre plusieurs fonctions. En tournant le bouton vers la gauche ou la droite, l'utilisateur peut :

- passer d'une option à une autre

- saisir des valeurs numériques

Les fonctions des potentiomètres peuvent généralement être exécutées par les touches du curseur. La touche centrale (ENTER) sert à valider la sélection.

4. Clavier numérique

Le clavier permet de saisir des valeurs numériques à l'écran. La touche centrale (ENTER) sert à valider la sélection. La touche CANCEL (Annuler) permet d'annuler l'entrée.

5. Touches de fonction

Les touches de fonction permettent d'appeler directement les fonctions du calibrateur. Ces touches sont les suivantes :

fonction	*touche*
tension continue	U/DC
tension alternative	U/AC
courant continu	I/DC
courant alternatif	I/AC
résistance / capacité	R–C
puissance / énergie	P–E
fréquence	F
multimètre interne	METER
simulation de capteurs de température	T

Lorsque le mode de fonction est modifié, les paramètres de la fonction concernée sont restaurés. Si la fonction n'a jamais été utilisée, le calibrateur la réinitialise à ses valeurs de référence. Les valeurs de référence de chaque fonction sont les suivantes :

fonction	*valeur*	*paramètres*
tension continue	10 V	- -
tension alternative	10 V	f = 1 000 Hz
courant continu	100 mA	- -
courant alternatif	100 mA	f = 1 000 Hz
résistance	100 kΩ	
capacité	1µF	
puissance	100 W	f = 100 Hz*1
énergie		
fréquence	1 000 Hz	U = 1 Vsym
multimètre	10 V	tension continue
simulation de capteurs de température	100 °C	Pt 100/1,385, ITS90
température de jonction froide des capteurs TC	23 °C	R

*1 U=100 V, I=1 A, PF (facteur de puissance)=1 LA, puissance active affichée en watts

6. ***Touches des bornes d'entrée-sortie***

La touche OUTPUT sert à envoyer le signal de sortie du calibrateur sur les bornes de sortie. La connexion est confirmée par un voyant rouge et un symbole affiché à l'écran.

La touche METER peut être utilisée pour connecter les bornes d'entrée au multimètre interne. La connexion est confirmée par un voyant vert.

7. ***Bornes d'entrée-sortie***

Le signal de sortie du calibrateur est envoyé sur les bornes de sortie. Les plages de courant sont connectées aux bornes **+I / -I**, celle de fréquence à la borne **FREQ**. Toutes les autres fonctions (tension, résistance, capacité), sont connectées aux bornes **Hi / Lo**.

La borne **GND** est reliée au châssis du calibrateur. Ce dernier est lui-même relié à la borne de terre de la prise secteur. Les bornes de sortie du calibrateur peuvent également être mises à la terre à l'aide du menu de configuration SETUP. La mise à la terre est effectuée de façon interne par connexion des bornes Lo et GND à l'aide d'un relais. Ce modèle de circuit convient à la plupart des étalonnages, lorsque le signal délivré à l'objet (multimètre) étalonné est flottant.

Le connecteur **AUXILIARY** fournit l'entrée du multimètre interne. Il fournit également une gamme limitée de signaux de sortie du calibrateur. Le tableau ci-après indique la disposition de chaque broche et sa signification.

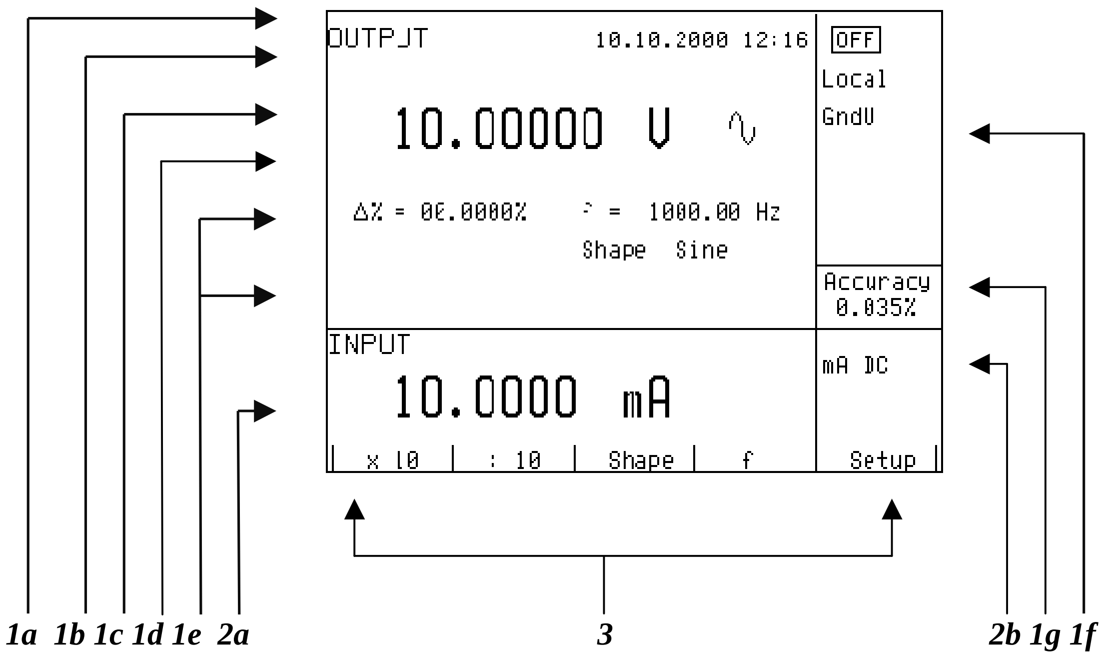
Le connecteur Auxiliary peut être utilisé avec l'un des adaptateurs de câble Opt. 40, 60, 70 ou Opt. 140-41. Le calibrateur reconnaît le type d'adaptateur connecté et affiche cette information sur l'écran du panneau avant.

broche	*libellé*	*signal*	*limitation*
1	L	borne commune de l'entrée du multimètre	
2	INP	borne d'entrée du multimètre pour les gammes de tension / courant	Umax.=25 Vc-à-c, Imax.=25 mA
3	-U	borne de sortie basse pour la plage de tension continue	
4	+U	borne de sortie haute pour la plage de tension continue	Umax.=20 Vss
5	-I	borne de sortie basse pour la plage de courant continu	
6	+I	borne de sortie haute pour la plage de courant continu	Imax.=25 mA
7	NG1	sortie de la fonction tri, contact 1 du relais	Umax.=50 Vc-à-c, Imax.=100 mA
8	NG2	sortie de la fonction tri, contact 2 du relais	Umax.=50 Vc-à-c, Imax.=100 mA
9	PTLI	borne d'entrée Li de la sonde de température à résistance	Umax.=10 Vc-à-c R< 2kΩ
10	PTHI	borne d'entrée Hi de la sonde de température à résistance	Umax.=10 Vc-à-c R< 2kΩ
11	PTLU	borne d'entrée Lu de la sonde de température à résistance borne d'entrée L pour les gammes 20, 200, 2 000 mV	Umax.=10 Vc-à-c R< 2kΩ
12	PTHU	borne d'entrée Hu de la sonde RTC borne d'entrée H pour les gammes 20, 200, 2 000 mV	Umax.=10 Vc-à-c R< 2kΩ
13	TEST1	borne d'identification de l'adaptateur utilisé	
14	TEST2	borne d'identification de l'adaptateur utilisé	
15	NC	non utilisée	
16	NC	non utilisée	
17	0	borne d'identification de l'adaptateur utilisé	
18	0	borne d'identification de l'adaptateur utilisé	
19	NC	non utilisée	
20	SIMLI	sortie du simulateur RC, borne de courant Lie	Umax.=10 Vc-à-c, Imax.=40 mA
21	SIMHI	sortie du simulateur RC, borne de courant Hi	Umax.=10 Vc-à-c, Imax.=40 mA
22	SIMLU	sortie du simulateur RC, borne de tension Hi	Umax.=10 Vc-à-c, Imax.=40 mA
23	SIMHU	sortie du simulateur RC, borne de tension Hu	Umax.=10 Vc-à-c, Imax.=40 mA
24	NC	non utilisée	
25	NC	non utilisée	

Les adaptateurs de câble fournis permettent d'utiliser de façon optimale les entrées et sorties fonctionnelles présentes sur le connecteur.

L'écran à cristaux liquides affiche toutes les informations fournies par le calibrateur, tels que les paramètres définis pour le signal, les messages d'erreur ou les informations de configuration. L'écran est divisé en plusieurs zones d'informations.

8. ***Écran***



L'écran est divisé en trois zones horizontales :

1. Zone OUTPUT (Sortie)

Cette zone affiche les valeurs définies pour les signaux générés et les données relatives à l'état du calibrateur. Elle comporte les types de données suivants :

a) Ligne d'informations

- désignation de la zone d'affichage : OUTPUT ;
- messages d'erreur. Les messages apparaissent en cas de tentative de définition d'un état incorrect du calibrateur, de surcharge des circuits analogiques du calibrateur ou d'erreur de communication lorsque le calibrateur est commandé par le bus GPIB.
- date et heure, si leur affichage est défini dans le menu de configuration.

b) Données auxiliaires

Cette ligne affiche la valeur totale du signal de sortie si un écart relatif non nul est défini.

c) Données principales

Cette ligne affiche les données principales du signal de sortie ainsi que l'unité de mesure (dans une taille de caractères double). La ligne comporte également deux symboles (▼▲) définissant la position réelle du curseur lors du réglage de la valeur. Les touches < et > peuvent être utilisées pour déplacer le curseur, les touches ∧et ∨ pour modifier la valeur. (La valeur peut également être modifiée à l'aide du potentiomètre).

d) Ligne de contrôle

Cette ligne affiche les nombres saisis à l'aide du clavier numérique lorsque ce dernier est utilisé pour définir les données principales. Cette ligne permet de vérifier les informations saisies.

e) Autres données

Deux lignes affichent les autres données du signal de sortie, notamment :

- l'écart relatif par rapport au point de consigne défini en % ;
- la fréquence (fonction tension continue, courant, puissance et énergie) ;

- le point de consigne du courant, de la tension ou du facteur de puissance (phase) pour les fonctions de puissance et d'énergie ;
- la valeur de la résistance R0 et le type de sonde de température résistive ;
- la température de soudure froide des sondes à thermocouple et le type de sonde TC sélectionné ;
- la valeur de l'amplitude et le type de forme pour les fonctions de fréquence.

f) Zone d'informations
Cette zone située dans la partie droite de l'écran affiche des informations supplémentaires sur la fonction sélectionnée :

- symbole des bornes de sortie connectées ▬ ou déconnectées OFF .
Parallèlement, un voyant s'allume au dessus de la touche OUTPUT.
- informations sur la commande distante / locale du calibrateur. Si le calibrateur est commandé à distance, REM s'affiche. S'il est commandé localement par le clavier, LOCAL s'affiche.
- informations sur l'utilisation de la bobine à 50 spires (COILx50) sur la sortie de courant du calibrateur, si cette fonction a été activée dans le menu SETUP.
- informations sur le type d'adaptateur de câble connecté, le cas échéant
- informations sur la méthode de mise à la terre des bornes de sortie (GND I ou GND U) définie dans le menu de configuration SETUP.

g) Informations sur l'incertitude du signal de sortie
Cette zone affiche l'erreur maximale de la valeur principale du signal de sortie. Cette valeur, calculée à l'aide de la spécification principale répertoriée dans le manuel de l'utilisateur, est exprimée en %.

2. Zone INPUT (Entrée)

Cette zone affiche les valeurs mesurées par le multimètre. Elle comporte les données suivantes :

a) Valeur principale du signal mesuré
Cette ligne affiche la valeur mesurée et l'unité de mesure. Si le signal d'entrée dépasse la gamme autorisée, la mention OVERFLOW (dépassement) apparaît.

b) Désignation de la fonction sélectionnée sur le multimètre
Affichage symbolique de la fonction sélectionnée sur le multimètre : V DC, mA DC , mV DC, R 4W, Freq, T TC, T RTD, SGS, ACAL.

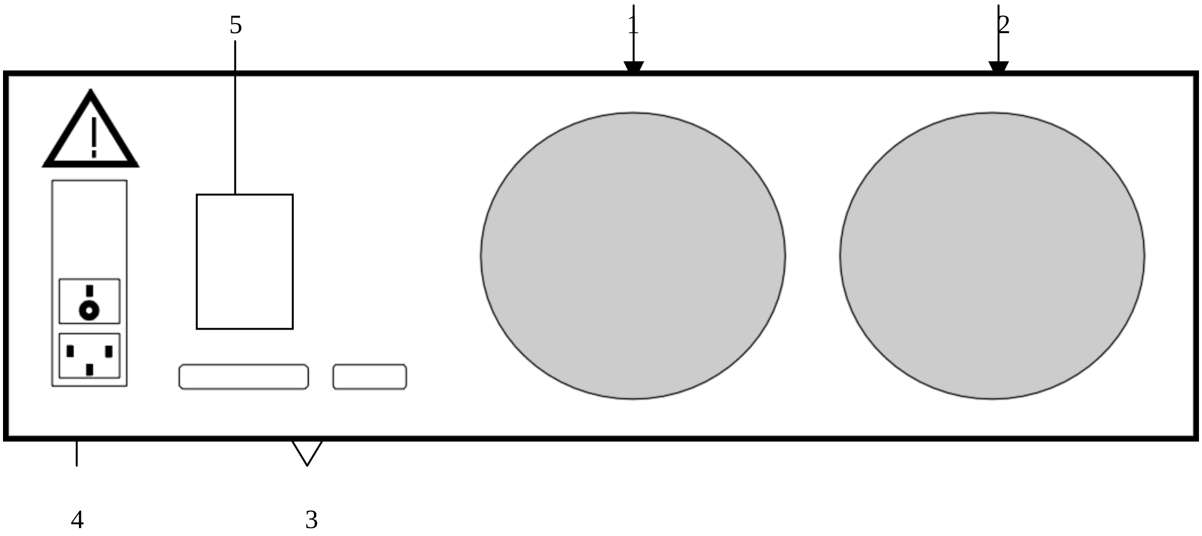
3. Zone des touches d'affichage

Cette ligne affiche les descriptions symboliques de quatre touches d'affichage. Ces symboles ont les significations suivantes :

symbole	*fonction de la touche*	*remarque*
x10	multiplie la valeur de consigne par 10	
: 10	réduit la valeur de consigne par 10	
Shape	permet de sélectionner une forme de signal	uniquement pour les fonctions U, I et F
+/-	inverse la polarité de la tension et du courant de sortie	uniquement pour les fonctions DC U et DC I
EXIT	monte d'un niveau	uniquement pour les fonctions F et P-E
Calib.	ouvre le menu calibration	
SETUP	ouvre le menu de configuration	
TC type	sélectionne le type de sonde à thermocouple	uniquement pour la fonction T
RTD type	sélectionne le type de sonde à résistance	uniquement pour la fonction T
f	permet de saisir la fréquence du signal	uniquement pour les fonctions U et I
MODE	sélectionne l'unité de mesure	uniquement pour la fonction AC P-E

Panneau arrière

Le panneau arrière du calibrateur comporte des ouvertures de ventilation, la prise du câble d'alimentation (avec fusible), le sélecteur de tension secteur, l'interrupteur d'alimentation secteur, des connecteurs IEEE 488 pour connexion au bus GPIB et la plaque signalétique indiquant le numéro de série.



1 entrée d'air de la ventilation mécanique
2 sortie d'air de la ventilation mécanique
3 connecteurs GPIB, RS-232
4 prise du cordon d'alimentation avec fusible, sélecteur de tension secteur et bouton marche/arrêt
5 plaque signalétique

Commandes du calibrateur

Sélection des fonctions

Après la mise sous tension et les tests initiaux, le calibrateur se réinitialise à son état de référence, c'est-à-dire sortie de tension continue avec un point de consigne de 10 V et bornes de sortie déconnectées. Le multimètre interne est désactivé. L'état du calibrateur peut être modifié de l'une des manières suivantes à l'aide des touches situées sur le panneau avant :

1. Changement de fonction avec l'une des touches de fonction directes

Lorsque vous appuyez sur l'une des touches U, I, DC-AC, R-C, P-E, F, T ou METER, le calibrateur passe au mode de fonction correspondant et revient au dernier paramétrage utilisé.

2. Connexion / déconnexion des bornes d'entrée

Lorsque vous appuyez sur la touche OUTPUT, les bornes de sortie du calibrateur sont connectées ou déconnectées.

3. Connexion / déconnexion du multimètre

Lorsque vous appuyez sur la touche INPUT, le multimètre commence à mesurer la valeur présente sur les bornes d'entrée, selon son mode de fonction. La mesure n'est possible que si un adaptateur Opt. 140-xx est branché sur le connecteur AUXILIARY.

4. Accès au menu de configuration

Lorsque vous appuyez sur la touche SETUP, les options du menu de configuration s'affichent à l'écran, et les touches d'affichage permettent d'entrer en mode étalonnage (CALIB) ou testeur (TESTER). Vous revenez à la fonction précédente en appuyant sur la touche d'écran EXIT.

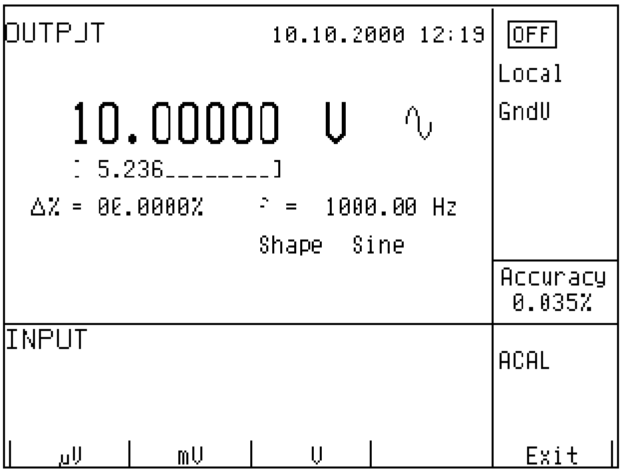
Réglage de la valeur du signal de sortie

Tous les modes de fonction comportent plusieurs méthodes de réglage de la valeur principale du signal de sortie :

Saisie de la valeur sur le clavier numérique

- Utilisez le clavier numérique pour saisir la valeur souhaitée. Dès que le premier chiffre est saisi, les symboles d'unité des mesures s'affichent au-dessus des touches d'affichage. La ligne de contrôle affiche [_ _ _ _ _ _ _ _].
- La même saisie peut être effectuée avec la touche centrale du curseur
- Lorsque la saisie est terminée (la valeur s'affiche sur la ligne de contrôle), appuyez sur la touche d'écran en dessous de l'unité de mesure souhaitée (V, mV ou µV dans l'exemple ci-dessous)

- La valeur est copiée sur la ligne de données principale et la ligne de contrôle disparaît.



Saisie de la valeur à l'aide des touches de déplacement du curseur

- Appuyez sur la touche <, >, ∧ ou ∨. L'écran affiche maintenant le curseur à la position du chiffre actif.
- Les touches ∧ et ∨ permettent de modifier le chiffre actif, < > de modifier la position du curseur.
- Pour revenir à l'écran par défaut, appuyez sur la touche EXIT ou maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] ne figure plus sous aucune valeur. Toutes les valeurs peuvent être définies à l'aide des touches ou du potentiomètre.

Saisie d'une valeur à l'aide du potentiomètre

- Appuyez sur le bouton du potentiomètre. L'écran affiche maintenant le curseur à la position du chiffre actif.
- Tournez le bouton pour modifier le chiffre actif.
- Appuyez sur le bouton du potentiomètre pour accéder au mode de modification de la valeur du chiffre actif. Les symboles ← et → s'affichent au-dessus de ce dernier. Vous pouvez modifier la valeur du chiffre actif en tournant le bouton.
- Appuyez sur le bouton du potentiomètre pour quitter au mode permettant de modifier la valeur du chiffre actif.
- Pour revenir à l'écran par défaut, maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] ne figure plus sous aucune valeur ou appuyez sur la touche EXIT. Toutes les valeurs peuvent être définies à l'aide des touches ou du potentiomètre.

Inversion de polarité

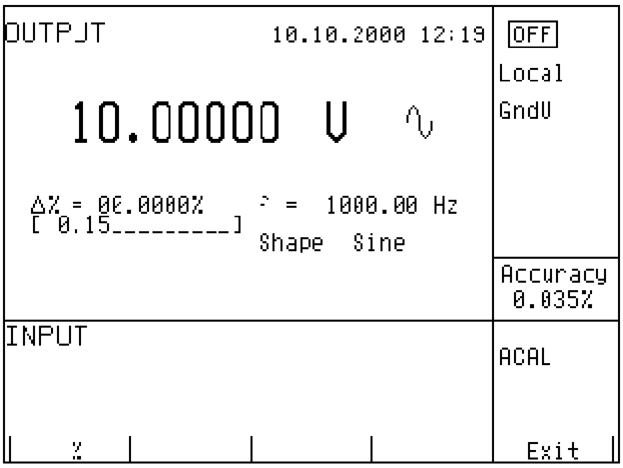
Dans les modes tension et courant continus, la polarité de la sortie peut être inversée à l'aide de la touche d'écran +/-. Le symbole « - » apparaît devant la valeur de la donnée principale.

Réglage de l'écart relatif

À l'exception du mode fréquence, tous les modes de fonction du calibrateur permettent de définir dans un écran séparé un écart relatif de la valeur de sortie par rapport aux données principales. L'écart relatif, qui s'affiche dans la zone des « autres données » de l'écran, est désigné par le symbole « Δ%= 00,0000% ». Il peut être saisi par l'une des méthodes décrites plus haut : clavier numérique, touches de déplacement du curseur ou potentiomètre.

Réglage de l'écart relatif à l'aide du clavier numérique

- Maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] apparaisse sous la valeur d'écart relatif dans la zone « autres données » de l'écran
- Saisissez l'écart relatif et validez en appuyant sur la touche d'écran « % » ou sur la touche ENTER du clavier numérique
- Sous la ligne de données principale, la ligne auxiliaire affiche la valeur totale du signal de sortie ainsi que l'unité de mesure
- La valeur du signal sur les bornes de sortie est la valeur indiquée par l'écran principal +Δ%.



L'écart relatif maximal pouvant être saisi est ± 30,000 %.
L'écart peut être positif ou négatif. Si vous souhaitez un écart négatif, appuyez sur la touche d'écran +/-. Si vous souhaitez ensuite un écart positif, appuyez une seconde fois sur « +/- ». La polarité de l'écart relatif peut être inversée à l'aide des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre.

Réglage de l'écart relatif à l'aide des touches de déplacement du curseur

- Maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur d'écart relatif
- appuyez sur la touche <, >, ∧ ou ∨. L'écran affiche maintenant le curseur pointant le chiffre actif.
- Les touches ∧ et ∨ permettent de modifier le chiffre actif, < et > de modifier la position du curseur
- Pour revenir à l'écran par défaut, maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] ne s'affiche plus sous aucune valeur ou appuyez sur la touche EXIT. Toutes les valeurs peuvent être définies à l'aide des touches ou du potentiomètre.

Réglage de l'écart relatif à l'aide du potentiomètre

- Maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] apparaisse sous la valeur d'écart relatif dans la zone « autres données » de l'écran.
- Appuyez sur le bouton du potentiomètre. L'écran affiche maintenant le curseur pointant sur le chiffre actif. Tournez le bouton pour modifier la valeur du chiffre actif.
- Appuyez sur le bouton du potentiomètre pour accéder au mode permettant de modifier la valeur du chiffre actif. Les symboles ← et → s'affichent au-dessus de ce dernier. Vous pouvez alors déplacer la position du chiffre actif en tournant le bouton.
- Tournez le bouton du potentiomètre pour revenir au mode permettant de modifier la valeur du chiffre actif.
- Pour revenir à l'écran par défaut, maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] ne s’affiche plus sous aucune valeur ou appuyez sur la touche EXIT. Toutes les valeurs peuvent être définies à l'aide des touches ou du potentiomètre.

Si vous définissez un écart relatif non nul, vous pouvez également modifier les données principales. La valeur du signal de sortie est toujours recalculée. Si un écart relatif nul est défini, la zone « autres données » ne s'affiche pas.

Modification de la valeur par un facteur de dix

Toutes les fonctions du calibrateur permettent d'accroître ou de réduire la valeur de sortie d'un facteur de 10. Cette opération équivaut à modifier la gamme interne uniquement dans les modes U, I et P-E. Si la modification produit un dépassement par le haut ou par le bas de la gamme du calibrateur, les messages d'erreur suivants s'affichent :

Value too large! (Valeur trop grande !)	si la valeur résultante est trop élevée ;
Value too small! (Valeur trop petite !)	si la valeur résultante est trop faible.

Changement de gamme

- Appuyez sur la touche d'écran « x10 » pour passer à la gamme supérieure ou sur « :10 » pour passer à la gamme inférieure.
- La valeur principale affichée à l'écran est multipliée ou divisée par 10.

La fonction P-E modifie le courant (et non la tension) lors du changement de gamme.
La fonction R-C multiplie la valeur de consigne par 10. Cette procédure ne peut néanmoins être utilisée pour parcourir les gammes de résistance / capacité internes, qui ne sont pas décimales.
Les gammes de la fonction T ne sont pas décimales non plus, et la multiplication de la valeur de consigne par 10 ne correspond donc pas à un changement de gamme interne, qui dépend dans ce cas de la sensibilité à la température de la résistance / capacité.

Connexion / déconnexion des bornes d'entrée

À la mise sous tension, les bornes de sortie sont déconnectées dans tous les modes. Appuyez sur la touche OUTPUT pour envoyer le signal de sortie sur les bornes. Un voyant rouge s'allume au-dessus de la touche OUTPUT et le champ d'information de l'écran affiche le symbole .

Appuyez de nouveau sur OUTPUT pour déconnecter les bornes de sortie. Le voyant rouge s'éteint et le champ d'information de l'écran affiche le symbole OFF .

Lors d'un changement de mode, les bornes de sortie sont toujours déconnectées. Les bornes de sortie sont également déconnectées lors des changements entre gammes de tension et gammes de courant ou entre gammes alternatives et continues.

Si une tension supérieure à 100 V est définie en mode tension, un algorithme spécial doit être utilisé pour connecter les bornes de sortie. Cet algorithme est décrit au chapitre « Production d'une tension calibrée » de ce manuel.

Réglage de la fréquence

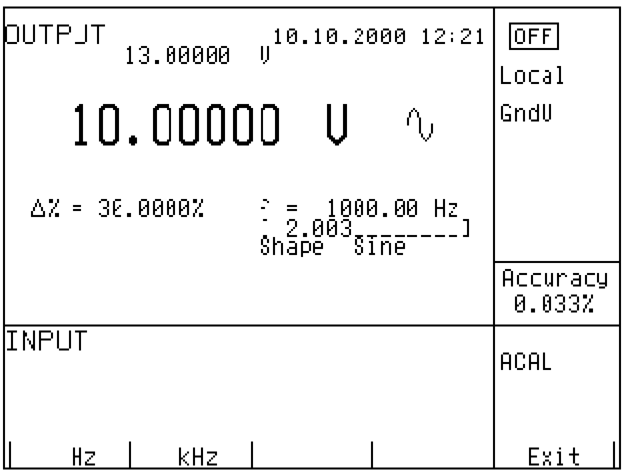
La fréquence ne peut être sélectionnée qu'en modes tension alternative (ACU), courant alternatif (ACI), puissance (P-E) et fréquence (f). La fréquence désigne quelque chose de légèrement différent dans chacun de ces modes et se règle donc différemment.

Tension alternative (ACU), courant alternatif (ACI)

Le point de consigne de la fréquence apparaît dans la zone « autres données » de l'écran en modes ACU, ACI et P-E.

Changement de fréquence

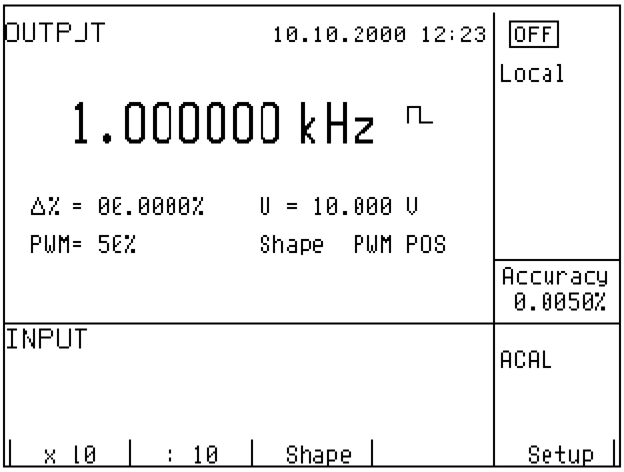
- Commencez par sélectionner le mode tension alternative ou courant alternatif en appuyant sur les touches U ou I/AC, ou en sélectionnant le mode P-E à l'écran. La valeur de fréquence « f=xxx.xxHz » s'affiche dans la zone « autres données » de l'écran. Le symbole « f » s'affiche au-dessus des touches d'affichage.
- Lorsque vous appuyez sur la touche « f », les symboles [_ _ _ _ _ _ _] s'affichent en dessous de la valeur de fréquence. La valeur souhaitée peut être saisie sur le clavier numérique. Appuyez sur « Hz » ou sur « kHz » pour confirmer. La valeur peut également être définie à l'aide des touches ou du potentiomètre.



Si une valeur trop faible ou trop élevée est saisie, le calibrateur affiche la valeur maximale ou minimale autorisée pour la fonction sélectionnée.

Fréquence (F)

Le point de consigne de la fréquence est la donnée principale affichée à l'écran et le paramètre principal du signal. La donnée principale peut être définie par saisie directe sur le clavier numérique, par le potentiomètre ou par modification du chiffre à la position du curseur. La procédure est décrite au paragraphe « Réglage de la valeur du signal de sortie ».



Si une fréquence plus grande ou plus petite que la gamme du calibrateur est saisie, un message “Value is too large (small)” (« Valeur trop grande (petite) ») s'affiche.

Production d'une tension calibrée

Le calibrateur multifonction fournit des tensions calibrées continues et alternatives. Les bornes de sortie des gammes de tension sont libellées « Hi » et « Lo » sur le panneau avant. Selon le paramétrage du calibrateur, les tensions appliquées aux bornes peuvent atteindre 1 000 Veff.

La gamme des tensions continues s'étend de 0 à 1 000 V.
La gamme des tensions alternatives s'étend de 100 µV à 1 000 V.

La tension de sortie peut atteindre 20 V sur le connecteur AUXILIARY. Elle ne peut être utilisée qu'avec l'adaptateur de câble Opt. 140-41.

Commandes en mode tension

- Appuyez sur la touche « U » du calibrateur, puis sélectionnez le mode alternatif ou continu en appuyant sur la touche « DC-AC ». L'écran affiche les données suivantes :

  * données principales de la tension de consigne
  * écart relatif
  * incertitude de la tension de sortie
  * fréquence (si une tension alternative est produite)
  * valeur totale de la tension de sortie en cas d'écart relatif non nul défini

- Définissez la valeur de tension souhaitée, y compris la polarité si nécessaire, la fréquence et l'écart relatif. Le signal n'est pas encore envoyé sur les bornes de sortie. La zone d'informations de l'écran affiche le symbole OFF indiquant la déconnexion des bornes de sortie.
- Appuyez sur la touche OUTPUT.
- Le voyant rouge s'allume au-dessus des bornes OUTPUT pour indiquer la connexion du signal aux bornes de sortie et la zone d'information de l'écran affiche le symbole ▬.
- La tension calibrée correspondant aux paramètres définis est présente sur les bornes de sortie.

Séquence de commande en cas de tension de sortie sélectionnée supérieure à 100 V

Lorsque la tension de sortie sélectionnée est supérieure à 100 V, la zone d'informations de l'écran affiche le symbole ⚡ indiquant qu'une tension mortelle est présente sur les bornes de sortie. Si les bornes de sortie étaient connectées, elles sont déconnectées lorsqu'une tension de sortie supérieure à 100 V est sélectionnée. Vous devez appuyer de nouveau sur la touche OUTPUT pour renvoyer le signal sur les bornes de sortie. Lorsque la touche OUTPUT est enfoncée, un bip interrompu retentit, le voyant OUTPUT s'allume et la zone d'informations de l'écran affiche le symbole indiquant la présence d'un signal dangereux sur les bornes de sortie.

La tension, la polarité, la fréquence, les écarts absolus et relatifs peuvent être définis sans que les bornes de sortie ne soient déconnectées. Elles le sont automatiquement en cas de passage entre gamme alternative et continue ou de changement de mode de fonction.

Utilisation de la fonction AUTOCAL

Pour éliminer les effets de la dérive à court terme des tensions continues faibles et de leur dépendance à la température, il est possible d'utiliser la fonction AUTOCAL. Elle ne peut être activée qu'en mode étalonnage. Le « Mode étalonnage » indique la procédure à suivre.

Surcharge des bornes

Si les bornes de sortie sont surchargées ou court-circuitées dans le mode tension, le calibrateur les déconnecte du signal et indique une erreur « *Overload U output* » (surcharge sortie U).

⚠ ATTENTION TENSION DANGEREUSE

Les règles de travail relatives aux tensions dangereuses doivent être respectées pour les tensions excédant 50 V.

Ne touchez jamais le circuit de mesure lorsqu'une tension de plus de 50 V est définie et que les bornes de sortie sont connectées !

ATTENTION TENSION DANGEREUSE

Lorsque le calibrateur est commandé à distance, il n'est pas possible de déconnecter la tension de sortie à l'aide des touches du panneau avant !

Le calibrateur doit tout d'abord être commuté en mode commande locale à l'aide de la touche LOCAL pour que les bornes de sortie puissent être déconnectées ou l'interrupteur d'alimentation secteur doit être mis en position arrêt !

Production de courant calibré

Le calibrateur multifonction fournit des courants continus et alternatifs calibrés. Les bornes de sortie pour les plages de courant sont libellées « +I » et « -I » sur le panneau avant. Ces bornes peuvent transporter des courants élevés et sont les seules bornes auxquelles l'objet étalonné peut être connecté. Selon le paramétrage du calibrateur, les bornes peuvent fournir des courants atteignant 20 A_{eff}.

La gamme de courant continu s'étend de 0 à 20 A
La gamme de courant alternatif s'étend de 1 µA à 20 A

Avec la bobine 50 spires (option 130-50), la gamme de courant alternatif s'étend de 50µA à 1 000 A. Le connecteur AUXILIARY peut fournir un courant de sortie jusqu'à 20 mA, accessible uniquement par l'adaptateur de câble Opt. 41-41.

Commandes en mode courant

- Appuyez sur la touche « I » du calibrateur, puis sélectionnez le mode alternatif ou continu en appuyant sur la touche « DC-AC ». L'écran affiche les données suivantes :
  - données principales du courant de consigne
  - écart relatif
  - incertitude du courant de sortie
  - fréquence (si un courant alternatif est produit)
  - valeur totale du courant de sortie en cas d'écart absolu ou relatif non nul défini
  - délai à l'issue duquel les bornes de sortie sont déconnectées lorsqu'un courant de sortie supérieur à 10 A est sélectionné.
- Définissez la valeur de courant souhaitée, y compris la polarité si nécessaire, la fréquence et l'écart relatif. Le signal n'est pas encore envoyé sur les bornes de sortie. La zone d'informations de l'écran affiche le symbole OFF indiquant la déconnexion des bornes de sortie.
- Branchez la charge ou court-circuitez les bornes libellées +I et -I.
- Appuyez sur la touche OUTPUT.
- Le voyant rouge s'allume au-dessus des bornes OUTPUT pour indiquer l'envoi du signal sur les bornes de sortie et la zone d'informations de l'écran affiche le symbole .
- Un courant calibré correspondant aux paramètres définis est émis sur les bornes de sortie.
- Si la fonction COILx50 est activée (voir « Menu des fonctions de configuration » ci-dessous), la bobine 50 spires doit être branchée sur les bornes de sortie. Le calibrateur peut étalonner des ampèremètres de 50 µA à 1 000 A. Il génère du courant alternatif et continu jusqu'à 20 A dans la gamme.

> ATTENTION
>
> ***Si la borne GND est reliée aux bornes Lo et -I, il est interdit de connecter une charge externe aux bornes GND/Hi ou GND/+I. Une telle connexion pourrait endommager le calibrateur.***

Surcharge des bornes

Lorsque le circuit externe connecté aux bornes de sortie du courant est débranché ou que la tension de la charge est supérieure à celle autorisée, le calibrateur déconnecte les bornes de sortie et affiche le message « *Overload I output* » (surcharge sortie I). Avec la bobine 50 spires, le même message peut s'afficher pour un courant de sortie alternatif à une fréquence supérieure à 80 Hz, selon le courant de consigne et le type d'ampèremètre connecté.
Si les bornes de sortie sont débranchées en raison de la temporisation d'un courant de sortie supérieur à 10 A, le calibrateur affiche « *Current timeout!* » (durée de passage du courant écoulée).

Production de formes non harmoniques

Le calibrateur multifonctions peut générer des signaux périodiques non harmoniques de forme prédéfinie. Pour cela, le calibrateur doit être en mode AC U ou AC I. Dans les deux cas, une indication du type de forme de sortie (*Shape xxxxx*) s'affiche sous la valeur de la fréquence. Appuyez sur la touche d'écran appropriée pour modifier la forme du signal de sortie.

Le calibrateur peut générer les formes suivantes :

- SINE harmonique
- PWM POS onde carrée positive, avec rapport cyclique ajustable
- PWM SYM onde carrée symétrique, avec rapport cyclique ajustable
- PWM NEG onde carrée négative, avec rapport cyclique ajustable
- RAMP A rampe symétrique positive
- RAMP B rampe symétrique négative
- TRIANGLE triangulaire symétrique
- LIM SINE harmonique avec limitation d'amplitude (sinusoïde tronquée)

La production de signaux non harmoniques est soumise à certaines limites :

- Les tensions non harmoniques peuvent être générées dans une gamme de fréquence de 0,1 Hz à 1 000 Hz.
- Les courants non harmoniques peuvent être générés dans une gamme de fréquence de 0,1 Hz à 120 Hz.
- La production de ces signaux et limitée à la gamme de tension jusqu'à 200 V et à la gamme de courant jusqu'à 2 A.
- Les signaux non harmoniques ne peuvent être générés dans le mode P-E (puissance-énergie).

Commande du mode non harmonique

- Sélectionnez le mode tension alternative ou courant alternatif. La zone principale de l'écran affiche les données suivantes :

  * données principales de la tension ou du courant de consigne, unité de mesure
  * écart relatif
  * fréquence
  * forme (SHAPE) sélectionnée du signal de sortie

- Maintenez la touche d'écran SHAPE enfoncée pour sélectionner la forme souhaitée du signal de sortie :

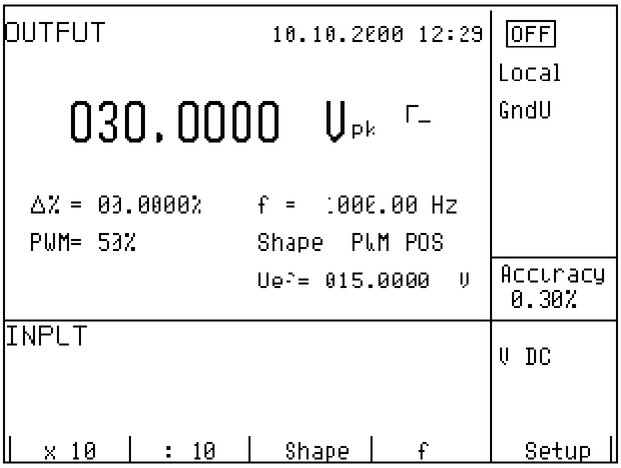
Les bornes de sortie sont automatiquement déconnectées lorsque vous modifiez la forme du signal de sortie ou l'écart relatif Δ% s'il est différent de zéro.

Informations affichées

Lorsque la forme de sortie non harmonique est sélectionnée, l'écran affiche des informations supplémentaires :

- En plus des données d'amplitude, l'indice « pk » s'affiche, indiquant que la valeur principale affichée est la valeur de crête. Le symbole indiquant la forme du signal s'affiche également.

- Une information sur le type de forme « *Shape xxxxx* » s'affiche en dessous des données principales.
- La valeur effective calculée du signal de sortie s'affiche en dessous des données principales.
- Pour les signaux carrés, la valeur de consigne du rapport cyclique « PWM= xx% » s'affiche.



Simulation de la résistance et de la capacité

Le calibrateur multifonction peut simuler une valeur exacte de résistance ou de capacité. Les sorties du simulateur sont connectées aux bornes Hi – Lo et au connecteur AUXILIARY (broches 20, 21, 22, 23). La simulation de la résistance sur 4 fils n'est possible qu'avec l'adaptateur de câble Opt. 70.

Seule une connexion sur deux fils est disponible sur les bornes Hi-Lo du panneau avant. Les connexions 2 fils et 4 fils ne sont possibles que sur le connecteur AUXILIARY. SIMHI – SIMLI sont les bornes de courant et SIMHU – SIMLU les bornes de mesure de la tension. Les connexions sur 4 fils nécessitent un adaptateur de câble Option 70 ou Option 140-41. L'écran affiche le type d'adaptateur de câble branché sur le connecteur AUXILIARY. Si l'adaptateur Option 70 est connecté, le libellé CA 140-70 apparaît à droite de l'écran. S'il s'agit de l'adaptateur Option 140-4, le libellé affiché est “CA 140-41”.

L'adaptateur de câble Option 70 peut être utilisé pour la connexion 4 fils de la résistance simulée uniquement. Comparée à une connexion sur deux fils directe par les bornes de sortie Hi – Lo, la précision de la résistance est supérieure avec l'adaptateur Option 70 (voir spécifications techniques). Si l'adaptateur Option 70 est branché sur le connecteur AUXILIARY, seuls les modes résistance et simulation de sonde de température à résistance peuvent être sélectionnés.

La résolution de la résistance et de la capacité dépendent de la valeur de consigne et correspondent à 0,01 % de cette dernière. La valeur de consigne minimale est 0,01 Ω

La gamme de simulation de la résistance s'étend de 0 Ω à 50 MΩ.
La gamme de simulation de la capacité s'étend de 0,9 nF à 50 µF.

Commandes du mode résistance / capacité

- Appuyez sur la touche R-C du calibrateur. L'écran affiche la résistance définie.
- Si vous souhaitez simuler une capacité, appuyez de nouveau sur la touche R-C. L'écran affiche la capacité définie.
- L'écran affiche les données suivantes :

  * données principales de la résistance ou capacité définie
  * écart relatif de la résistance ou capacité

* incertitude de la résistance ou capacité définie
* valeur totale de la résistance ou capacité en cas d'écart relatif non nul

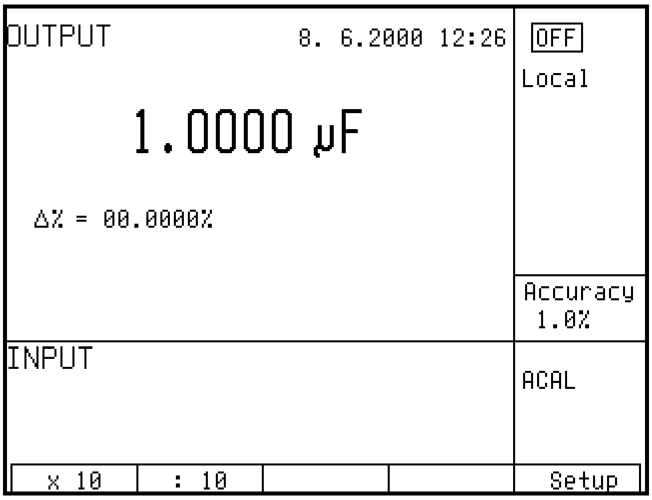
- Définissez la valeur de résistance ou capacité souhaitée ou l'écart relatif. Cette valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique, du potentiomètre ou des touches de déplacement du curseur. La résistance ou capacité simulée n'est pas encore envoyée sur les bornes de sortie. La zone d'informations de l'écran affiche le symbole OFF indiquant la déconnexion des bornes de sortie.

- Branchez l'objet à étalonner aux bornes de sortie Hi – Lo.

- Appuyez sur la touche OUTPUT.

- Un voyant rouge s'allume au-dessus des bornes OUTPUT pour indiquer la connexion de la résistance ou capacité simulée aux bornes de sortie. La zone d'informations de l'écran affiche le symbole .

La résistance ou capacité simulée est connectée aux bornes de sortie.



Réglage de l'écart relatif

- Maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que les symboles [_ _ _ _ _ _ _] s'affichent sous la valeur de l'écart relatif (Δ%=xx.xxxx%).

- Cette valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique, du potentiomètre ou des touches de déplacement du curseur. Validez en appuyant sur la touche d'écran « % » ou sur ENTER.

Limitations résultant de la simulation électronique

La simulation électronique de la résistance et de la capacité permet de définir une large gamme de valeurs avec une précision suffisante à l'étalonnage des multimètres courants. Elle présente cependant les limitations suivantes :

- Le courant de mesure fourni par le multimètre à étalonner ne doit pas excéder la valeur indiquée dans la documentation du calibrateur. Dans le cas contraire, la précision de la valeur simulée n'est pas garantie.

- La tension de crête maximale sur les bornes Hi – Lo fournie par le multimètre à étalonner ne doit pas dépasser les limites spécifiées. Si la tension de test est dépassée, le calibrateur déconnecte les bornes de sortie. Un message de surcharge s'affiche à l'écran.

Limites de fréquence de la résistance et de la capacité

Le simulateur électronique de résistance peut être utilisé avec un signal de test continu ou alternatif. Le simulateur électronique de capacité peut être utilisé dans une plage de 20 Hz à 1 000 Hz.

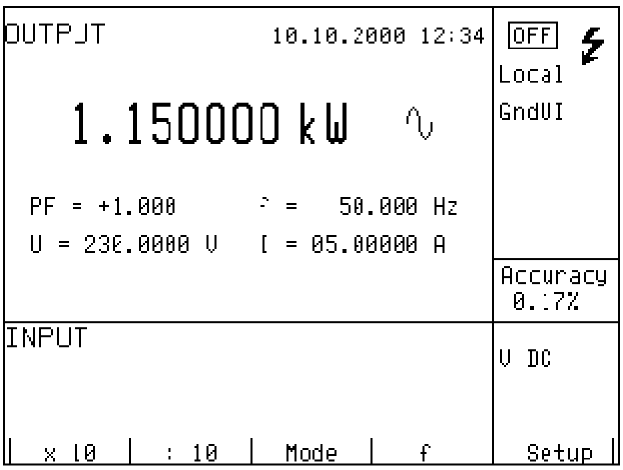
Production de puissance et d'énergie électriques

Le calibrateur multifonction peut générer une valeur exacte de puissance et d'énergie électriques. La fonction P-E fournit une tension de sortie sur les bornes Hi – Lo et un courant de sortie sur les bornes +I – -I. Les bornes Lo et -I sont connectées électriquement.

Gamme de réglage de la puissance :	0,0 VA à 2 400 VA
Gamme de réglage de la tension :	0,2 V à 240 V
Gamme de réglage du courant :	0,01 A à 10 A
Gamme de réglage du facteur de puissance :	-1 à +1 (phase –90 à +90°)
Gamme de réglage de la fréquence :	CC, 40 Hz à 400 Hz

Commandes du mode production de puissance

- Appuyez sur la touche « P-E » du calibrateur, puis sélectionnez le mode alternatif ou continu en appuyant sur la touche « DC-AC ». L'écran affiche la valeur de la puissance de consigne.
- L'écran affiche les données suivantes :
  - * valeur principale de la puissance de consigne dans l'unité de mesure sélectionnée : VA, W, VAr
  - * valeur du facteur de puissance PF en polarité négative LA ou positive LE ou décalage de phase entre tension et courant en degrés.
  - * fréquence, si une puissance en courant alternatif est sélectionnée
  - * tension aux bornes Hi – Lo
  - * courant aux bornes +I – -I
  - * incertitude de la puissance de consigne
- Définissez la valeur de puissance souhaitée à l'aide du clavier numérique, du potentiomètre ou des touches de déplacement du curseur. La puissance de sortie n'est pas encore connectée aux bornes de sortie. La zone d'informations de l'écran affiche le symbole OFF indiquant la déconnexion des bornes de sortie.
- Branchez l'instrument à étalonner aux bornes Hi – Lo et +I – -I ou court-circuitez les bornes +I – -I.
- Appuyez sur la touche OUTPUT.
- Le voyant rouge s'allume au-dessus des bornes OUTPUT pour indiquer l'envoi du signal aux bornes de sortie et la zone d'informations de l'écran affiche le symbole ▬.



La puissance souhaitée est envoyée sur les bornes de sortie.

Modes d'affichage

Le calibrateur peut afficher de trois manières différentes la puissance alternative :

- puissance apparente en VA
- puissance active en W
- puissance réactive en VAr

Maintenez la touche d'écran MODE enfoncée pour modifier le mode Fonction. Avec le changement de mode, la puissance (selon le facteur de puissance défini) et l'unité de mesure affichées sont mises à jour. Si une puissance continue est générée, elle est toujours affichée en watt.

Le calibrateur peut afficher la relation de phase entre la tension et le courant de sortie sous forme de facteur de puissance (–1 à +1) ou de décalage de phase en degrés (0 à 360°). Le menu de configuration SETUP permet de changer de type d'affichage de la relation de phase.

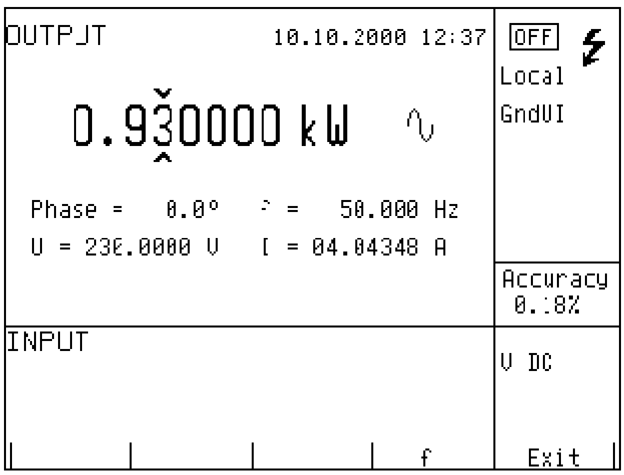
Modes de réglage de la puissance

Le calibrateur offre plusieurs méthodes pour définir la puissance de sortie.

1. **Réglage de la valeur de puissance principale**

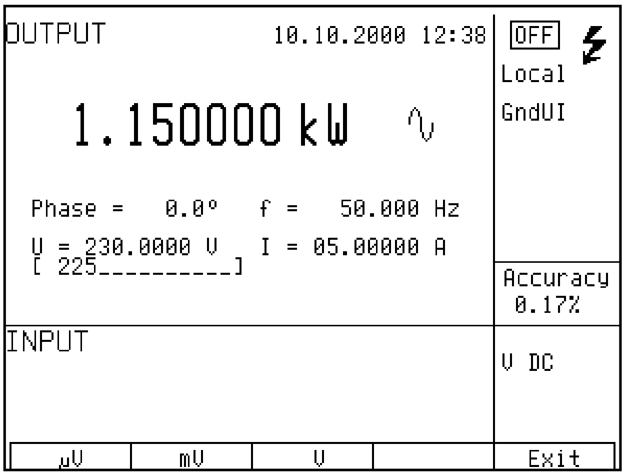
   - La valeur principale peut être modifiée soit à l'aide du clavier numérique, soit chiffre par chiffre à la position du curseur après sélection de ce dernier par les touches < et >, soit par changement de gamme à l'aide des touches « x10 » et « :10 », soit enfin à l'aide du potentiomètre.

   - La puissance de sortie peut être modifiée par variation de la valeur du courant de sortie.



2. **Réglage de la tension**

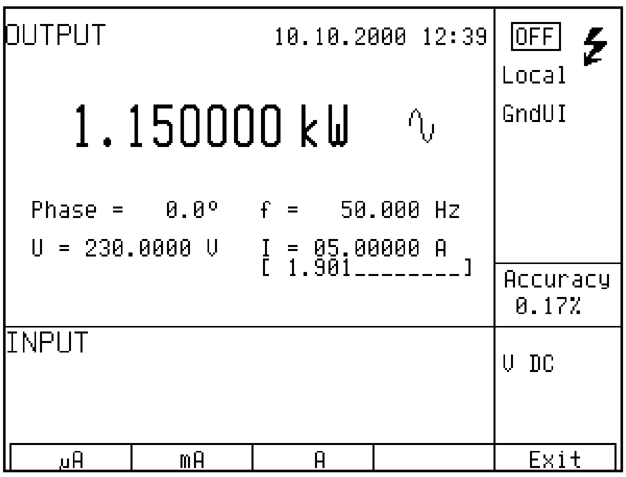
- La valeur de puissance principale peut être modifiée par modification de la tension.



- Sélectionnez le mode P-E, puis maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que les symboles [_ _ _ _ _ _ _] s'affichent sous la tension (U=xxx.xxxx V).
- Cette valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique et validée par un appui sur la touche d'écran µV, mV ou V. Elle peut également être saisie à l'aide des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre.
- La valeur de puissance principale est recalculée à partir de la nouvelle tension et des valeurs existantes du courant et du facteur de puissance.

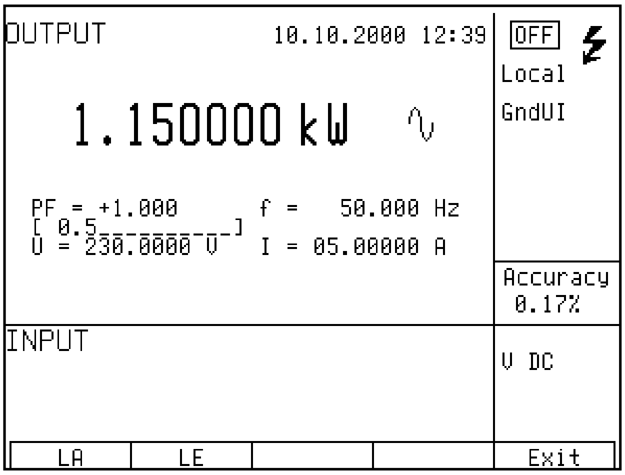
3. **Réglage du courant**

- La valeur de puissance principale peut être modifiée par modification du courant.
- Sélectionnez le mode P-E, puis maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que les symboles [_ _ _ _ _ _ _] s'affichent sous la tension (U=xxx.xxxx V).
- Cette valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique et validée par un appui sur la touche d'écran µA, mA ou A. Elle peut également être saisie à l'aide des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre.
- La valeur de puissance principale est recalculée à partir du nouveau courant et des valeurs existantes de tension et de facteur de puissance.



4. **Réglage du facteur de puissance (courant alternatif uniquement)**

- Si W ou Var est indiqué, il est possible de modifier la valeur de puissance principale en modifiant le facteur de puissance. Le changement de facteur de puissance ne modifie pas la puissance apparente de sortie.
- Sélectionnez le mode P-E et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] s'affiche sous les symboles du facteur de puissance (PF=x.xxx LA (LE) ou Phase=xxx.x).
- La valeur peut être saisie sur le clavier numérique, puis validée par appui sur la touche LA/LE (°) ou ENTER.
- La valeur de puissance principale est recalculée à partir du nouveau facteur de puissance et des valeurs existantes de courant et de tension. Le calcul n'est effectué que si la valeur est affichée en puissance active ou réactive.

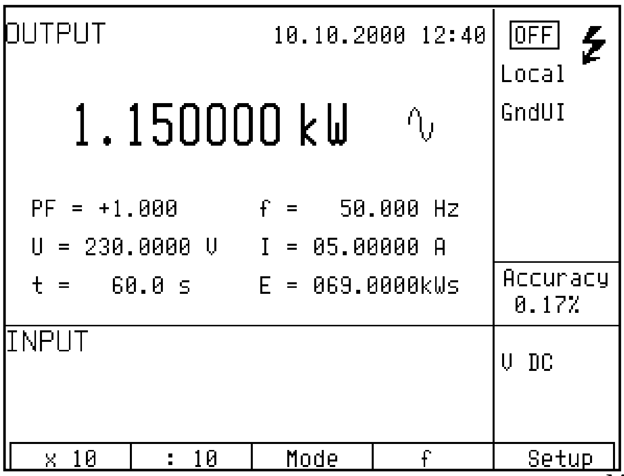


En mode puissance, il n'est pas possible de définir un écart relatif.

Si le facteur de puissance est saisi pour définir la relation de phase de la tension et du courant, la valeur saisie est confirmée par la touche LA pour une phase positive et par la touche LE pour une phase négative.

Réglage de l'énergie

Maintenez la touche P-E enfoncée pour passer au mode énergie. La zone de données auxiliaires de l'écran affiche le temps en secondes et l'énergie fournie aux bornes de sortie après appui sur la touche OUTPUT en fonction des réglages existants de tension, courant et facteur de puissance. Le temps peut être réglé dans une plage de 1,1 s à 1 999 s.



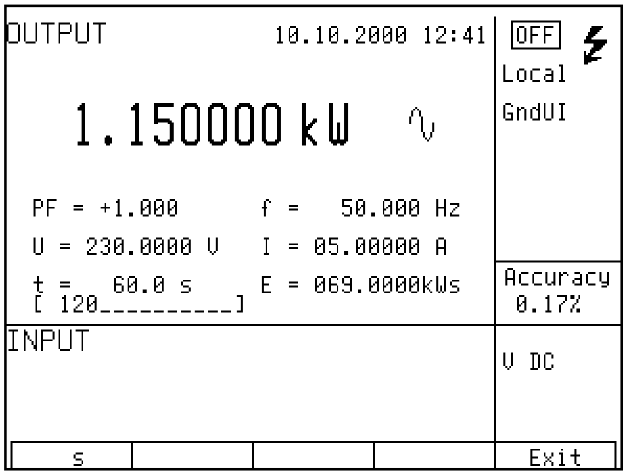
La valeur d'énergie peut être définie de deux manières :

Réglage direct de l'énergie

- Sélectionnez le mode énergie et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur d'énergie (E=xxx.xxxx) avec le mode défini.
- La valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique, des touches du curseur ou du potentiomètre et validée par appui sur les touches d'affichage Ws/kWs/MWs, VAs/kVAS/MVAs ou VArs/kVArs/MVArs selon le mode défini. La valeur peut également être validée par la touche ENTER.
- La valeur de temps est recalculée à partir de la nouvelle énergie définie.

Réglage du temps

- Sélectionnez le mode énergie et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur du temps (t=xxx.x s).



- La valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique, des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre, puis validée par appui sur la touche d'écran « s » selon le mode défini. La valeur peut également être validée par la touche ENTER.
- La valeur d'énergie est recalculée à partir du nouveau temps défini.

Mise à la terre du calibrateur et de l'instrument à étalonner en mode P-E

En cas d'étalonnage d'appareils de mesure de la puissance ou de l'énergie avec des circuits séparés de tension et de courant, il est conseillé de sélectionner **GND U ON** et **GND I ON** (deux méthodes de mise à la terre activées) sur le calibrateur CX1651. Ce paramétrage met à la terre les sorties de courant et de tension du calibrateur.

Si les entrées de courant et de tension de l'instrument à étalonner sont connectées électriquement mais non mises à la terre, **GND U ON** et **GND I OFF** doivent être sélectionnés sur le calibrateur CX1651**.**

Si les bornes Lo et -I du calibrateur sont connectées ET si ces bornes sont également connectées à l'instrument à étalonner, les chutes de tension résultantes sur les câbles de courant peuvent endommager le relais connectant les bornes Lo et -I à la borne GND du calibrateur.

Le chapitre « Exemples d'utilisation » fournit davantage d'informations sur la connexion correcte des wattmètres et des instruments de mesure de l'énergie au calibrateur.

Calcul de l'incertitude de la puissance de consigne

L'incertitude de la puissance de consigne affichée sur la ligne « Accuracy » de l'écran est calculée ainsi :

puissance active d P= $\sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^2 + 0{,}03^2)}$ [%]

puissance réactive d P= $\sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^{*2} + 0{,}03^2)}$ [%]

puissance apparente d P= $\sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0{,}03^2)}$ [%]

où	dP est l'incertitude de la puissance de consigne	[%]
	dU l'incertitude de la tension de consigne	[%]
	dI l'incertitude du courant de consigne	[%]
	dPF l'incertitude du PF de consigne (cosφ)	[%]
	dPF* l'incertitude du sinφ de consigne	[%]

Production d'une fréquence

Le calibrateur multifonction peut générer différentes formes de tension avec une fréquence, une amplitude et un rapport cyclique exacts. Le signal de sortie est présent sur le connecteur BNC coaxial FREQ situé sur le panneau avant. Le signal n'est présent sur aucune autre borne de sortie.

La fréquence peut être générée dans deux modes. Le premier mode, la modulation d'impulsions en durée (PWM), permet de produire un signal de sortie carré avec une amplitude, une fréquence et un rapport cyclique calibrés. La gamme de fréquence peut atteindre 10 kHz. Le second mode (HF) fournit également un signal de sortie carré avec un temps de montée très court, généralement inférieur à 3 ns.

Mode PWM

Gamme de fréquence :	0,1 Hz à 100 kHz
Gamme de tension :	1 mV à 10 Vc-à-c
Formes de signal :	onde carrée, PWM négative (PWM NEG), symétrique (PWM SYM), positive (PWM POS)

Mode HF

Gamme de fréquence :	0,1 Hz à 20 MHz
Gamme de tension :	5 $V_{c\text{-}à\text{-}c}$ 0, -10, -20, -30 dB
Formes de signal :	onde carrée symétrique

Le mode PWM peut être utilisé pour étalonner la sensibilité d'entrée des oscilloscopes à des fréquences atteignant 10 kHz. Le mode HF peut être utilisé pour étalonner la base de temps des oscilloscopes.

Pour passer d'un mode à l'autre, maintenez enfoncée la touche de mode direct « F ». L'écran affiche les symboles du mode sélectionné (PWM ou HF).

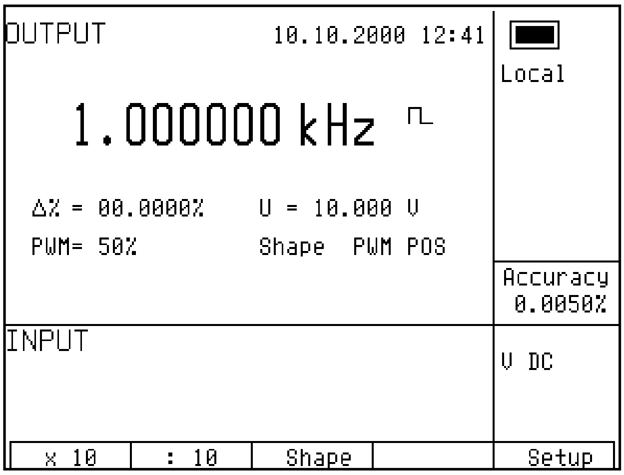
Commandes du mode fréquence

- Appuyez sur la touche de mode direct F. Le calibrateur passe en mode PWM. Pour passer en mode HF, appuyez une seconde fois sur la touche F. La zone de données principale de l'écran affiche la fréquence.

- L'écran affiche les données suivantes :

  * fréquence définie
  * écart relatif de la fréquence
  * amplitude du signal (mode PWM) ou atténuation (mode HF)
  * rapport cyclique (mode PWM uniquement)
  * forme du signal : PWM NEG/POS/SYM (mode PWM uniquement)

- Saisissez la fréquence à l'aide du clavier numérique, des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre. Le signal de sortie n'est pas encore envoyé sur les bornes de sortie. La zone d'informations de l'écran affiche le symbole OFF indiquant la déconnexion des bornes de sortie…
- Branchez l'objet à étalonner sur la borne FREQ.
- Appuyez sur la touche OUTPUT.
- Un voyant rouge s'allume au-dessus des bornes OUTPUT pour indiquer la connexion du signal au connecteur de sortie.



- Le signal de sortie à la fréquence définie est envoyé sur le connecteur de sortie.

Remarque

- Le connecteur « FREQ » ne doit pas être surchargé. Dans la gamme 100 mV à 10 V, la charge maximale est de 5 mA. Dans les autres gammes de tension, la charge maximale est de 0,1 mA. En cas de surcharge du connecteur de sortie, la valeur définie n'est pas garantie.
- La sortie est protégée contre les courts-circuits.
- Le boîtier externe du connecteur est relié électriquement au châssis du calibrateur.

Réglage de l'écart relatif

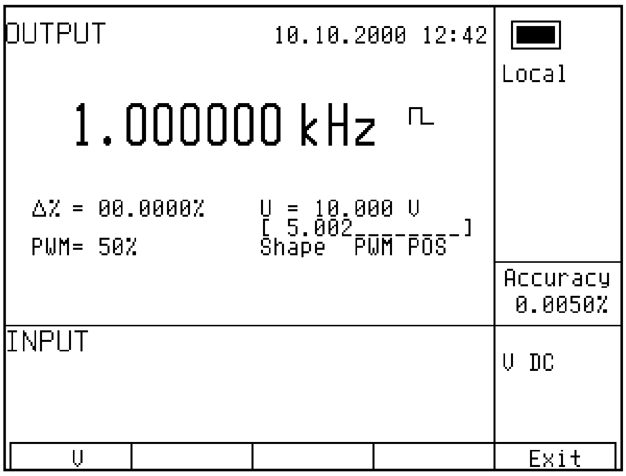
- Maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que les symboles [_ _ _ _ _ _ _] s'affichent sous la valeur de l'écart relatif Δ%=xx.xxxx%.
- Cette valeur peut être saisie à l'aide du clavier numérique, du potentiomètre ou des touches de déplacement du curseur. Validez en appuyant sur la touche d'écran « % » ou sur ENTER.

Réglage de l'amplitude

L'amplitude du signal en volts ne peut être définie qu'en mode PWM.

- Sélectionnez le mode fréquence et maintenez la touche centrale du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur d'amplitude (U=x.xxx V).

- Saisissez la valeur sur le clavier numérique et validez en appuyant sur la touche d'écran « V » ou sur ENTER.



Réglage de l'atténuation

L'atténuation du signal en dB ne peut être définie qu'en mode HF. L'atténuation peut être réglée par paliers de (0, -10, -20, -30) dB.

- Sélectionnez le mode fréquence et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur d'atténuation (a = x.xxx dB).
- Saisissez la valeur sur le clavier numérique et validez en appuyant sur la touche d'écran « dB » ou sur ENTER. Si une valeur non autorisée est définie, la valeur autorisée la plus proche est utilisée.

Réglage du rapport cyclique

Le rapport cyclique ne peut être défini qu'en mode PWM.

- Sélectionnez le mode fréquence et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur de rapport cyclique (PWM=xx%).
- Saisissez la valeur à l'aide du clavier numérique, des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre et validez en appuyant sur la touche % ou sur ENTER.

Réglage de la forme du signal

La forme du signal ne peut être définie qu'en mode PWM.

- Maintenez la touche d'écran SHAPE enfoncée pour sélectionner la forme souhaitée : NEG (négative), SYM (symétrique) ou POS (positive).
- Le signal de sortie de la forme souhaitée est envoyé au connecteur de sortie.

Simulation de sondes de température

Le calibrateur multifonctions peut simuler des sondes de température à résistance et des thermocouples. Lorsque des sondes de température à résistance sont simulées, une résistance simulée correspondant à la température, au type de sonde et à l'échelle de température définis est envoyée sur les bornes Hi – Lo. Lorsque des thermocouples sont simulés, une tension simulée correspondant aux valeurs définies de température, de type de sonde et de température de jonction froide du thermocouple est envoyée sur les bornes Hi – Lo.

Les valeurs simulées de sondes de températures sont également disponibles sur le connecteur AUXILIARY. La tension du thermocouple est disponible sur les bornes +U et -U. Une connexion sur quatre fils de sondes de température à résistance est fournie sur les bornes de courant PTLI et PTHI et de tension PTLU et PTHU. Un adaptateur de câble 140-41 est recommandé.

Gamme de réglage de température :	-250 à +1 820 ^{o}C selon le type de sonde simulée
Types de sondes :	sondes de température à résistance Pt 1,385, Pt 1,392, Ni
	thermocouple K, N, R, S, B, J, T, E
Échelle de température :	ITS 90, PTS 68 pour les sondes RTC et les thermocouples

Passage entre sondes à résistance et thermocouples

- Appuyez sur la touche T du calibrateur. La zone de données principales de l'écran affiche la température. Le calibrateur simule une sonde de température à résistance.
- Appuyez une seconde fois sur la touche T. Le calibrateur simule un thermocouple.

Réglage de la température

- Appuyez sur la touche T du calibrateur. La zone de données principales de l'écran affiche la température.
- L'écran affiche les données suivantes :
  - * données principales de température en ^{o}C ou K

* type de sonde thermocouples : K, N, R, S, B, J, T, E
   sondes à résistance : Pt 1,385, Pt 1,392, Ni
* résistance à 0 °C libellée R0 (sondes à résistance uniquement)
* température de soudure froide des sondes à thermocouple libellée RJ
* valeur définie de l'écart relatif en %, libellée ΔT=xxxx.x°C (K)

La zone d'informations affiche les données suivantes :

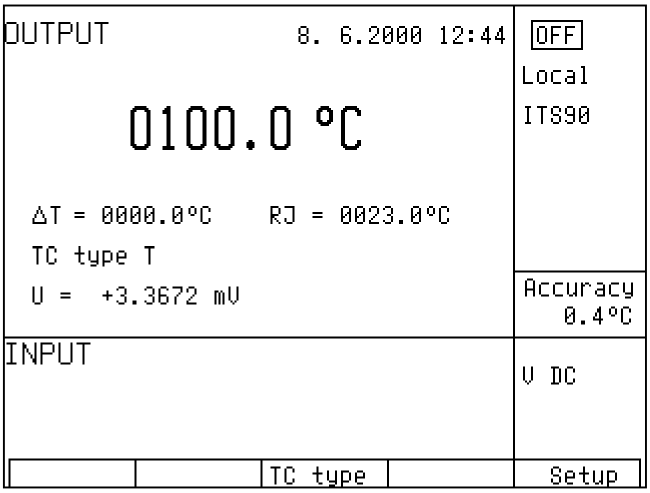
* type d'échelle de température
* incertitude de la valeur de température simulée pour le type de sonde sélectionné

- Définissez la valeur principale de température à l'aide du clavier numérique, des touches de déplacement du curseur ou du potentiomètre. Les bornes de sortie sont déconnectées et la zone d'informations de l'écran affiche le symbole correspondant OFF.

- Branchez l'objet à étalonner sur les bornes Hi – Lo.

- Appuyez sur la touche OUTPUT.

- Un voyant rouge s'allume au-dessus de la borne OUTPUT pour indiquer que le signal de sortie est envoyé sur les bornes de sortie. L'écran affiche le symbole de connexion des bornes de sortie.



Remarque

- La charge des bornes de sortie est limitée selon les gammes de tension et de courant correspondantes.

- Les signaux de sortie fournis sur les bornes Hi – Lo et le connecteur AUXILIARY sont protégés contre les courts-circuits.

Passage d'un type de sonde à un autre

- Maintenez la touche d'écran « TC type » ou « RTD type » affichée pour sélectionner le type de sonde approprié.

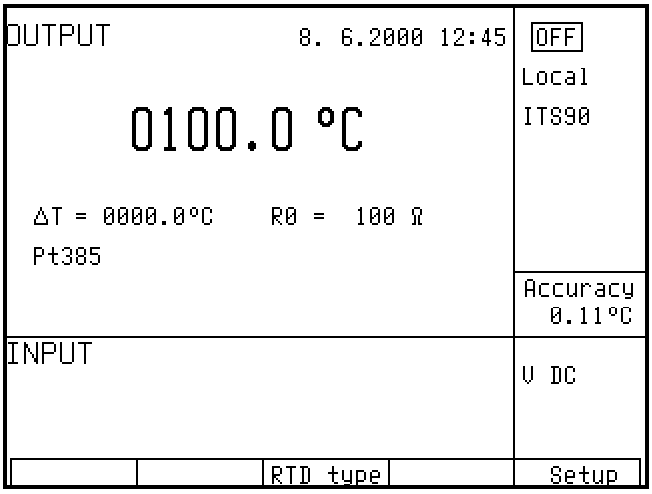
- Si les sondes de résistance sont sélectionnées, chaque appui sur la touche fait défiler les sondes à résistance Pt1,385, Pt1,392 ou Ni. L'écran affiche la valeur sélectionnée sous la forme Pt385 / Pt392 / Ni.

- Si les thermocouples sont sélectionnés, chaque appui sur la touche fait défiler les types K, N, R, S, B, J, T et E. L'écran affiche la valeur sélectionnée sous la forme TC TYPE x, où x est le type de thermocouple.

Saisie du coefficient R0 pour les sondes de température à résistance

Pour les sondes de température à résistance, il est possible de définir R0, la résistance à 0 °C. La gamme s'étend de 20 Ω à 2 kΩ pour tous les types de sonde RTD.

- Sélectionnez le mode sonde à résistance et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur du coefficient R0 (R0=xxxxΩ).
- Saisissez la valeur sur le clavier numérique et validez en appuyant sur la touche d'écran « Ω » ou « kΩ » ou sur ENTER.



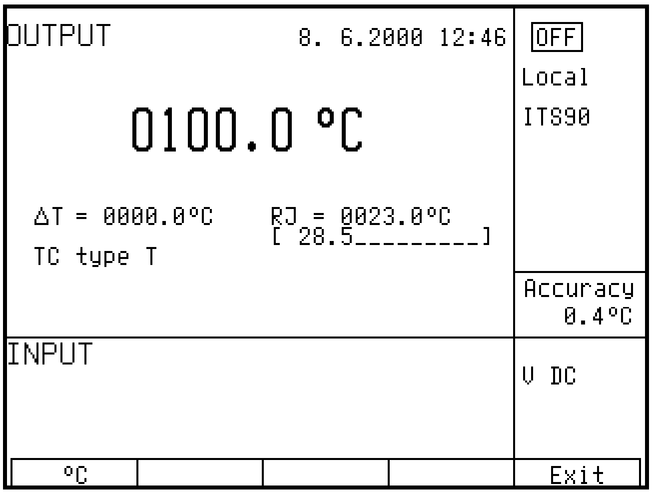
Remarque

À la mise sous tension du calibrateur et tant que ce coefficient n'a pas été modifié, R0 est réglé sur 100 Ω. Ce réglage correspond à une sonde Pt 100.

Saisie de la température de soudure froide

Pour les thermocouples, il est possible de saisir une température de jonction froide. Cette saisie se fait en réglant la valeur du champ RJ dans la zone de données auxiliaires de l'écran.

- Sélectionnez le mode thermocouple et maintenez la touche centrale de déplacement du curseur enfoncée jusqu'à ce que [_ _ _ _ _ _ _] s'affiche sous la valeur RJ=xxxx.x°C ou RJ=xxxx.x K, selon que l'unité de mesure °C ou K est utilisée.
- Saisissez la valeur sur le clavier numérique.
- Validez en appuyant sur la touche d'écran °C ou K ou sur ENTER.



Compensation automatique de la température de soudure froide

Une compensation automatique de la température de soudure froide des sondes TC est possible avec l'adaptateur de câble Option 140-01. La température ambiante mesurée par la sonde Pt1000 montée sur l'adaptateur est utilisée comme température de soudure froide. Cette compensation automatique est toujours effectuée lorsque la mesure de la température ambiante est activée à l'écran (touche INPUT enfoncée, voyants verts). Lorsque la mesure de la température n'est pas activée ou que l'adaptateur de câble Option 140-01 n'est pas branché, seule une compensation manuelle est possible. Réglez la valeur de RJ affichée sur la température ambiante appropriée pour compenser manuellement l'influence de la jonction froide.

Utilisation de la fonction AUTOCAL

La fonction AUTOCAL sert à éliminer les effets de la dérive à court terme et de la sensibilité à la température de la simulation. Elle ne peut être activée qu'en mode étalonnage. La procédure est la suivante :

- Utilisez une touche d'écran pour accéder au menu d'étalonnage. Saisissez le code d'étalonnage et validez en appuyant sur ENTER.
- Utilisez les touches de déplacement du curseur ou le potentiomètre pour sélectionner la fonction AUTOCAL dans le menu d'étalonnage. Lorsque la fonction est activée, une seule option est proposée : OFFSET ACAL. Appuyez sur la touche d'écran SELECT pour confirmer l'option.
- Suivez les instructions apparaissant à l'écran. L'étalonnage automatique prend environ 8 à 10 minutes, pendant lesquelles l'utilisateur est invité à court-circuiter les bornes Hi-Lo, puis à les déconnecter.
- Après l'étalonnage, le calibrateur reste en mode étalonnage. Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour revenir à un affichage normal.

Ne branchez rien sur les bornes pendant l'étalonnage automatique, sauf lorsque vous êtes invité à court-circuiter les bornes Hi-Lo.

Multimètre

Le calibrateur comporte un multimètre incorporé qui peut mesurer de nombreuses valeurs électriques ou autres. Outre la tension et le courant continus, il peut mesurer la fréquence et la température, voire – lorsque des capteurs externes de jauge de contrainte sont connectés – d'autres valeurs non électriques. Le multimètre ne peut être connecté que par le connecteur AUXILIARY. Les broches du connecteur sont décrites au chapitre « Description des commandes ».

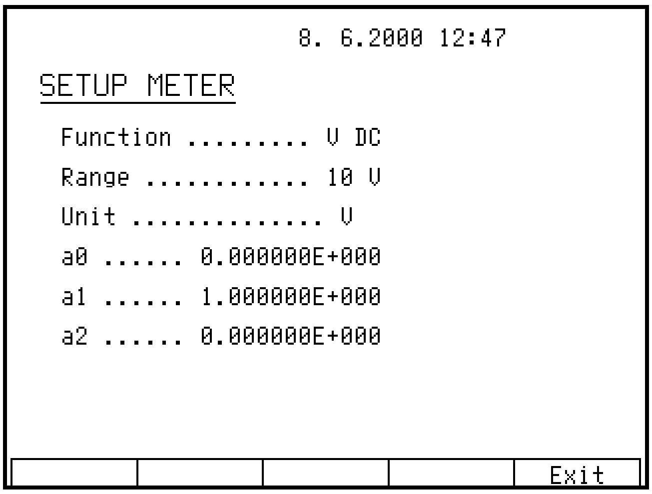
Nous recommandons l'utilisation d'un adaptateur de câble 140-41 ou d'une boîte d'extrémité Option 40 pour connecter le multimètre. L'adaptateur de câble 140-41 comporte un fusible qui protège le multimètre des surcharges de courant.

Le fabricant ne recommande pas la connexion des entrées du multimètre aux sorties du calibrateur.

Cette connexion pourrait endommager le multimètre en présence de tensions élevées sur ses entrées.

Menu de base

- Le menu de réglage du multimètre est accessible par la touche de commande directe METER. Cette touche ouvre le menu SETUP METER, qui permet de configurer le multimètre. Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour revenir au menu précédent.
- Appuyez sur la touche de déplacement du curseur ∧ ou ∨ pour parcourir les options de menu. L'option active est toujours en surbrillance.
- Les paramètres de l'option active peuvent être modifiés si la fonction correspondante l'autorise. Utilisez les touches UP, DOWN, CLR, NEXT et les touches d'écran pour modifier les paramètres de la fonction active.
- Les paramètres du multimètre peuvent également être définis à l'aide du potentiomètre. Ce dernier permet de parcourir les options de menu et de modifier la valeur de l'option active. Appuyez sur le bouton pour passer d'un mode à l'autre.
- Lorsque le paramétrage est terminé, maintenez la touche d'écran EXIT enfoncée pour revenir à l'écran normal.



Il n'est pas possible de déclencher une mesure pendant le paramétrage du multimètre. La mesure ne peut être lancée qu'après la sortie du menu à l'aide de la touche INPUT.

Sélection des fonctions

- Appuyez sur la touche de commande directe METER et sélectionnez l'option de menu FUNCTION à l'aide des touches de déplacement du curseur.
- Appuyez sur les touches d'écran UP et DOWN ou utilisez le potentiomètre pour sélectionner l'une des fonctions suivantes :

  * gamme de tension continue de base VDC 10V
  * courant continu mA DC 20 mA
  * gamme de tension continue faible mV DC jusqu'à 2 V
  * gamme de mesure de la résistance sur 4 fils jusqu'à 2 kΩ
  * fréquence jusqu'à 15 kHz
  * mesure de la température par thermocouples T TC
  * mesure de la température par sondes à résistance T RTD
  * mesure de jauges de contrainte (pression, force) SGS

- La sélection de la fonction de mesure entraîne automatiquement la modification d'autres options (gamme de mesure, unité de mesure).
- Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour fermer le menu de sélection de la fonction et revenir à l'affichage normal.

Réglage de la gamme de mesure

- Appuyez sur la touche de commande directe METER et sélectionnez l'option de menu RANGE à l'aide des touches de déplacement du curseur.
- Appuyez sur les touches d'écran UP ou DOWN ou utilisez le potentiomètre pour sélectionner la gamme de mesure de la fonction sélectionnée. Les gammes de mesure des fonctions suivantes peuvent être modifiées :

  * gammes de faibles tensions continues mV DC : 20, 200, 2 000 mV
  * types de thermocouples de mesure de la température T TC : K, N, R, S, B, J, T, E
  * types de sondes RTD de mesure de la température : Pt 1,385, Pt 1,392
  * réglage de sensibilité des capteurs à jauge de contrainte (pression, force) SGS

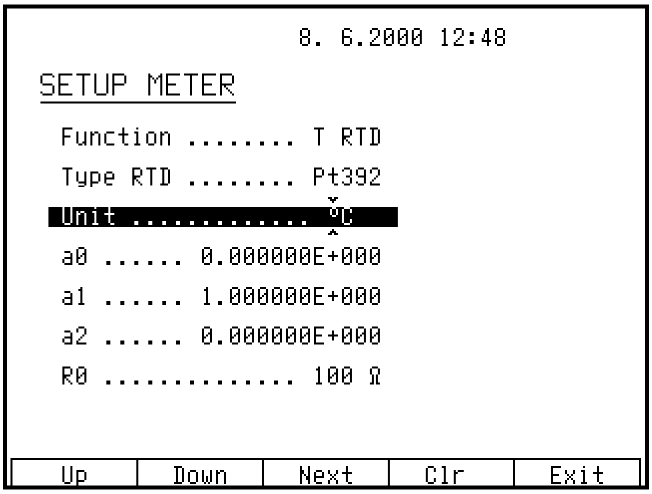
- Après avoir défini la gamme, utilisez les touches de déplacement du curseur ∧ ou ∨ pour passer à l'option de menu précédente ou suivante. Ce réglage peut également être effectué à l'aide du potentiomètre après avoir appuyé sur ce dernier. Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour fermer le menu de sélection de la gamme et revenir à l'affichage de base.

Unités de mesure

L'unité de mesure peut être définie pour chaque fonction de mesure. Elle s'affiche à côté de la valeur mesurée. Son libellé peut comporter jusqu'à 4 caractères.

- Appuyez sur la touche de commande directe METER et sélectionnez l'option de menu UNIT à l'aide des touches de déplacement du curseur.

- Appuyez sur le bouton du potentiomètre pour afficher les symboles ∧ et ∨ au-dessus du caractère actif.
- Appuyez sur les touches d'écran UP ou DOWN ou utilisez le potentiomètre pour sélectionner le caractère souhaité à la position active.
- Appuyez sur la touche d'écran NEXT pour passer au caractère suivant.
- Appuyez sur le bouton du potentiomètre pour mettre fin au réglage.
- Lorsque l'unité de mesure est sélectionnée, utilisez les touches du curseur ∧ ou ∨ pour passer à l'option de menu suivante. Ce réglage peut également être effectué à l'aide du potentiomètre après avoir appuyé sur ce dernier. Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour fermer le menu de sélection de l'unité de mesure et revenir à l'écran de base.



Si vous souhaitez réinitialiser l'unité de mesure à son réglage initial, appuyez sur la touche d'écran CLR. Le paramétrage initial est le suivant :

*	gamme de tension continue de base VDC	V
*	courant continu mA DC 20 mA	mA
*	basses tensions continues mV DC jusqu'à 100 mV	mV
*	mesure de résistance sur quatre fils	Ω
*	fréquence jusqu'à 15 kHz	Hz
*	mesures de température par thermocouple	°C
*	mesures de température par sondes à résistance	°C
*	mesure de capteurs à jauge de contrainte	mV/V

Utilisation de formules de calcul

Chaque fonction du multimètre peut afficher une valeur mesurée recalculée. La valeur affichée à l'écran est toujours calculée selon la formule :

$$Y=A0 + A1*X + A2 * X^2$$

où X est la valeur mesurée par le multimètre
Y est la valeur affichée à l'écran

Le réglage par défaut des coefficients est A0=0, A1=1, A2=0. Autrement dit, la valeur mesurée est affichée directement à l'écran. Si un autre calcul est nécessaire, saisissez les paramètres souhaités. Le paramètre A0 doit être de la même dimension qu'à la ligne UNIT.

- Appuyez sur la touche de commande directe METER et sélectionnez l'option de menu A0, A1 ou A2 à l'aide des touches de déplacement du curseur.
- Saisissez la nouvelle valeur au clavier.
- Validez en appuyant sur ENTER.
- Après avoir défini les coefficients, utilisez les touches de déplacement du curseur $\wedge$ ou $\vee$ pour passer à l'option de menu précédente ou suivante. Ce réglage peut également être effectué à l'aide du potentiomètre après avoir appuyé sur ce dernier. Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour fermer le menu des formules de calcul et revenir à l'affichage de base.

Pour réinitialiser un coefficient à sa valeur initiale, appuyez sur la touche d'écran CLR.

Chaque fonction de mesure du multimètre dispose de son propre jeu de coefficients indépendant des autres.

Réglage des paramètres de fonctions

Certaines fonctions de mesure disposent de paramètres supplémentaires. Il est possible de définir R0 (résistance à 0 °C) pour les mesures de sondes RTD, la température de soudure froide pour les mesures de sondes TC et la tension d'alimentation du pont pour les mesures de jauges de contrainte.

Le paramétrage initial est le suivant :

T RTD	R0 = 100Ω
T TC	RJ = 23 °C
SGS	Voltage =5 V

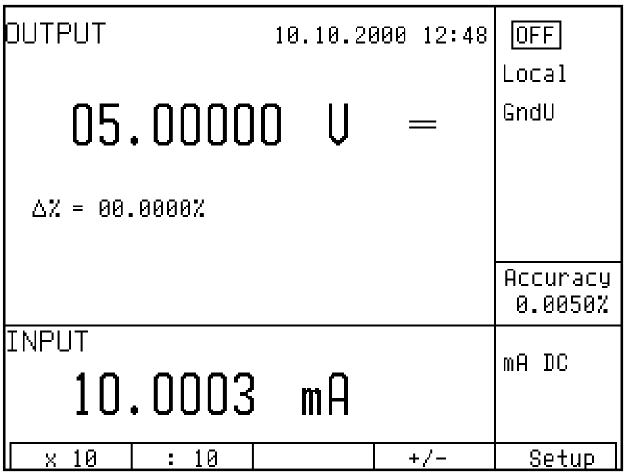
Ces paramètres peuvent être modifiés de la manière suivante :

- Appuyez sur la touche de commande directe METER et sélectionnez une fonction, puis sélectionnez la ligne comportant le paramètre de fonction à l'aide des touches de déplacement du curseur.
- Saisissez la nouvelle valeur au clavier.
- Validez en appuyant sur ENTER.
- Après avoir défini les coefficients, utilisez les touches du curseur $\wedge$ ou $\vee$ pour passer à l'option de menu précédente ou suivante. Ce réglage peut également être effectué à l'aide du potentiomètre après avoir appuyé sur ce dernier. Appuyez sur la touche d'écran EXIT pour fermer le menu de sélection du paramètre et revenir à l'affichage de base.

Lancement de la mesure

Pour lancer une mesure :

- Appuyez sur la touche de commande directe INPUT dans l'état de base du calibrateur.
- Le champ INPUT de l'écran affiche la valeur mesurée. La mesure est indiquée par un voyant vert au-dessus de la touche INPUT.
- Appuyez de nouveau sur INPUT pour mettre fin à la mesure. Le voyant s'éteint et les connecteurs d'entrée sont déconnectés.



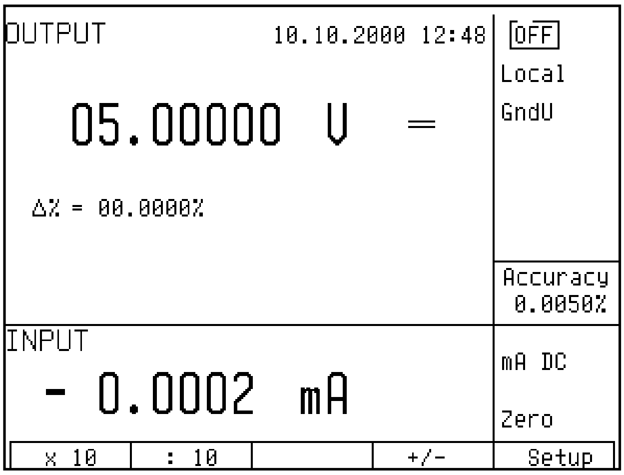
Le multimètre n'affiche pas l'incertitude de la mesure. Si la gamme d'entrée est dépassée, le message OVERFLOW (Dépassement) s'affiche.

L'adaptateur de câble 140-41 doit être utilisé pour connecter le signal.

Réglage du zéro

Le multimètre comporte une fonction de réglage du zéro. Elle peut être activée par la touche de commande directe INPUT après l'activation de la mesure. La mise à zéro est effectuée par un appui sur la touche de commande directe METER. Lorsque la touche est enfoncée, la valeur la plus récente est stockée et soustraite de toutes les valeurs de mesure suivantes. Un message « Zero » s'affiche à droite de l'écran indiquant que la fonction est active. Appuyez une seconde fois sur METER pour désactiver la fonction de réglage du zéro.

Le menu du multimètre n'est accessible que lorsque la mesure a été terminée par appui sur la touche INPUT.



La fonction de réglage du zéro peut être utilisée pour compenser les chutes de tension sur les câbles, par exemple, ou pour supprimer une valeur rémanente du signal, etc.

Toute surcharge peut endommager le multimètre.

Remarques :

* Les entrées de courant du multimètre sont protégées contre les surcharges par un fusible logé dans un adaptateur de câble 140-41. Pour remplacer le fusible, tournez le capuchon du porte-fusible. La procédure est décrite dans le manuel de l'adaptateur.
* Le multimètre peut être utilisé comme millivoltmètre continu avec des gammes de 20 mV, 200 mV, 2 V et 10 V. Les bornes d'entrée appropriées sont PTHU et PTLU.
* La tension maximale autorisée sur les bornes d'entrée rapportée à la terre est de 20 V.
* La mesure de fréquence est possible jusqu'à 15 kHz. Le signal d'entrée doit être compris entre 0,2 et 5 V. Le signal d'entrée attendu est carré ou impulsionnel.

Fonctions simultanées

Le calibrateur multifonction permet la production simultanée d'un signal calibré et de la mesure d'un autre signal par le multimètre incorporé. Pour utiliser simultanément les deux parties du calibrateur, des adaptateurs de câbles fournis par le fabricant sont nécessaires.

Lorsque vous utilisez le calibrateur, les états suivants sont possibles, avec les limitations indiquées dans le tableau.

	Méthode d'utilisation	*Limites des signaux de sortie*	*Limites des fonctions du multimètre*	*Méthode de connexion*
1	Aucun adaptateur de câble n'est utilisé.	Les signaux de sortie du calibrateur ne sont limités en aucune manière et peuvent être pleinement utilisés. Les signaux de sortie du calibrateur ne sont disponibles que sur les bornes du panneau avant.	Le multimètre ne peut être utilisé. Si le multimètre est activé, un message FAIL (Échec) s'affiche.	
2	Le calibrateur est utilisé avec l'adaptateur de câble 140-01.	Les signaux de sortie du calibrateur ne sont limités en aucune manière et peuvent être pleinement utilisés. Les signaux de sortie du calibrateur ne sont disponibles que sur les bornes de l'adaptateur de câble.	Le multimètre ne peut être utilisé que pour mesurer la température externe à l'aide de la sonde Pt100 incorporée dans l'adaptateur.	Adaptateur de câble 140-01 connecté aux bornes du calibrateur.
3	Le calibrateur est utilisé avec un adaptateur 140-41 pour une mesure simultanée. La fonction OUTPUT 140-41 est réglée sur AUX	Les signaux de sortie du calibrateur ne sont disponibles que sur les bornes de l'adaptateur de câble. Les plages sont limitées ainsi : - tension continue jusqu'à 20 V - courant continu jusqu'à 20 mA - mesure de résistance sur 4 fils	Le multimètre peut être utilisé sans limites et sur toutes ses gammes. Des capteurs à jauge de contrainte peuvent être connectés.	Adaptateur de câble 140-01 connecté aux bornes du calibrateur. OUTPUT 140-41 AUX
4	Le calibrateur est utilisé avec un adaptateur 140-41 pour une mesure simultanée. La fonction OUTPUT 140-41 est réglée sur PANEL	Les signaux de sortie du calibrateur sont disponibles uniquement sur les bornes du panneau avant, sur toutes leurs gammes et peuvent être pleinement utilisés. Les signaux de sortie du calibrateur ne sont pas disponibles sur les bornes de l'adaptateur de câble.	Le multimètre peut être utilisé sans limites et sur toutes ses gammes. Aucun capteur de jauge de contrainte ne peut être connecté.	Adaptateur de câble 140-01 connecté aux bornes du calibrateur. OUTPUT 140-41 PANEL
5	Le calibrateur est utilisé avec un câble Option 40 Canon à 2 fiches banane.	Les signaux de sortie du calibrateur ne sont limités en aucune manière et peuvent être pleinement utilisés. Les signaux de sortie du calibrateur ne sont disponibles que sur les bornes du panneau avant.	Le multimètre peut être utilisé dans les gammes suivantes : - tension continue jusqu'à 12 V - courant continu jusqu'à 25 mA - fréquence jusqu'à 15 kHz	Câble Option 40 branché sur le connecteur AUXILIARY du calibrateur.
6	Le calibrateur est utilisé avec un câble Option 60 Canon à 4 fiches bananes.	Les signaux de sortie du calibrateur ne sont limités en aucune manière et peuvent être pleinement utilisés. Les signaux de sortie du calibrateur ne sont disponibles que sur les bornes du panneau avant.	Le multimètre ne peut être utilisé que dans les gammes suivantes : - température mesurée par sondes TC - température mesurée par sondes RTD - résistance jusqu'à 2 kΩ Aucun capteur à jauge de contrainte ne peut être connecté.	Extrémité de câble Option 60 branché sur le connecteur AUXILIARY du calibrateur.
7	Le calibrateur est utilisé avec un câble Option 70 Canon à quatre bornes.	Seuls les signaux de sortie suivants peuvent être définis : – résistance mesurée sur 4 fils – simulation de sonde RTD en connexion 4 fils Les signaux de sortie ne sont disponibles que sur l'adaptateur Option 70.	Le multimètre ne peut être utilisé. Si le multimètre est activé, un message FAIL (Échec) s'affiche.	Adaptateur de câble Option 70, installé sur le connecteur AUXILIARY.

Si du courant est reçu des bornes de sortie +I et –I de l'adaptateur de câble 140-41, les bornes +I et –I du panneau avant du calibrateur ne doivent pas être connectées en même temps.

Le chapitre « Exemples d'utilisation » présente des exemples de connexion correcte dans des mesures simultanées.

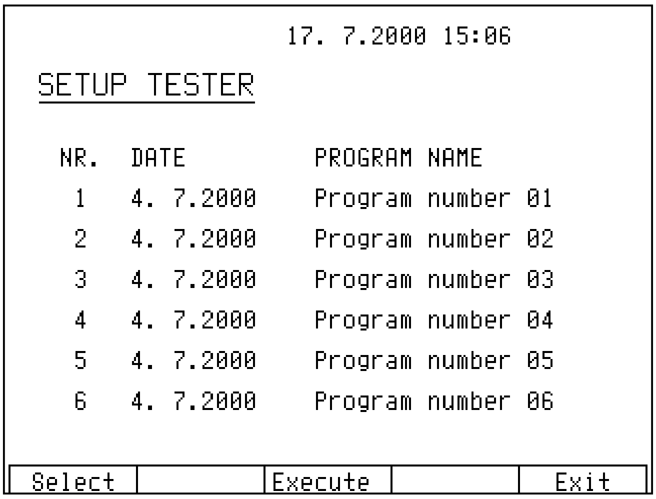
Testeur

Le calibrateur comporte un logiciel d'application facilitant le test automatisé des régulateurs et des transducteurs. La fonction testeur associe l'utilisation du calibrateur comme source d'un signal de précision et un changement automatique du signal de sortie, tandis que la réponse de l'unité testée est mesurée par le multimètre incorporé du calibrateur. Le calibrateur peut continuer à traiter les valeurs mesurées et fournir une indication PASS/FAIL.

La fonction testeur permet l’exécution d’une séquence de programmation pouvant atteindre 10 étapes. À chaque étape, le type et la valeur du signal de sortie peuvent être définis, ainsi que le type et la tolérance du signal d'entrée. Si le signal d'entrée se situe hors de la limite de tolérance, l'étape correspondante du programme de test est considérée comme un échec. Il est également possible de définir individuellement les durées séparant chaque étape.

Menu de base

- Appuyez sur la touche d'écran SETUP pour entrer en mode Testeur. Lorsque cette touche est enfoncée, la dernière ligne de l'écran affiche l'option TESTER. Appuyez sur la touche d'écran correspondant pour ouvrir le menu des programmes de test.
- Le menu comporte une suite de programmes de test numérotés avec la date de création et le nom du programme.

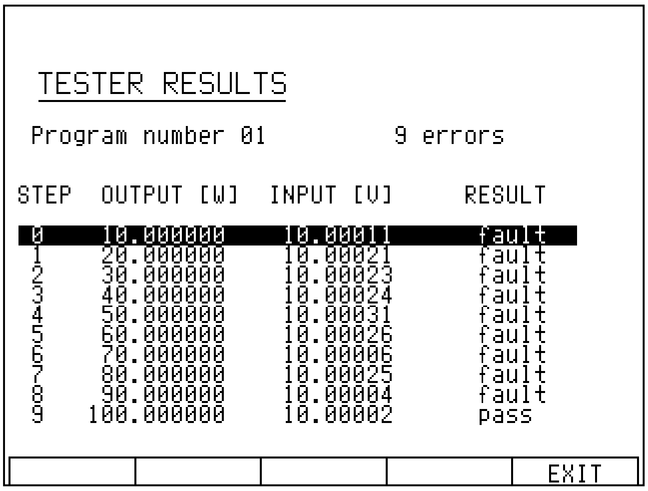


- Utilisez les touches de déplacement du curseur ou le bouton du potentiomètre pour sélectionner le programme de test souhaité. Appuyez sur la touche d'écran EXECUTE pour exécuter le programme ou SELECT pour le modifier.

Exécution du programme de test

Lorsque vous appuyez sur la touche d'écran EXECUTE pour exécuter le programme de test, le calibrateur affiche les paramètres définis pour le signal de sortie et le paramétrage du multimètre dans un écran. Le calibrateur affiche le numéro de programme (PROGRAM NUMBER) et l'étape (STEP) au-dessus des données principales de sortie pendant l'exécution du programme. PROGRAM NUMBER xx, où xx peut aller de 00 à 09, désigne le programme de test en cours d'exécution. STEP (max. 10) désigne l'étape en cours du programme.

Lorsque le programme de test se termine, le calibrateur affiche un tableau des résultats. Ce tableau comprend le numéro de chaque étape, la valeur de sortie du calibrateur telle qu'elle a été définie, la valeur mesurée par le multimètre et le résultat du test de l'étape (PASS/FAIL).

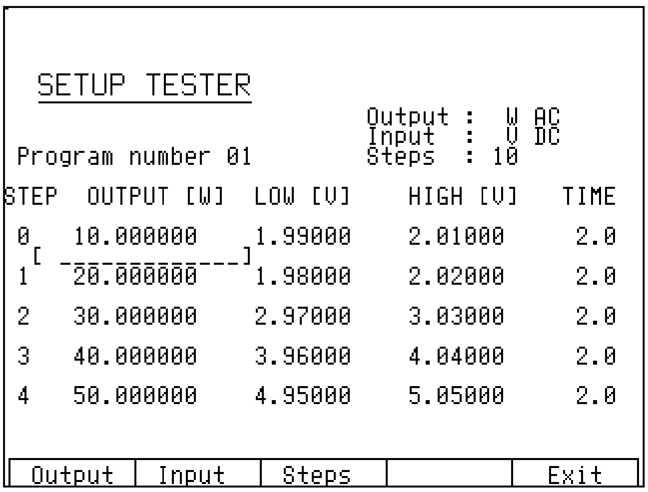


Le nombre total d'étapes non réussies s'affiche au-dessus du tableau (xx ERRORS) à côté de la désignation du test exécuté.

Après avoir consulté les résultats du test, appuyez sur la touche EXIT pour revenir au niveau précédent. Vous pouvez interrompre le test en appuyant sur la touche CANCEL (Annuler).

Programmation du test

Les procédures de test peuvent être programmées après avoir été sélectionnées dans le menu de base du testeur à l'aide de la touche d'écran SELECT. Le calibrateur affiche un tableau de programmation.



Deux paramètres de base peuvent être définis pour le test :

- définition du type de signaux d'entrée et de sortie et nombre d'étapes
- valeurs numériques pour chaque étape

Définition du type de signaux et du nombre d'étapes

Le type de signal de sortie (output) peut être défini à l'aide de la touche d'écran OUTPUT. Appuyez sur la touche plusieurs fois pour sélectionner le signal à générer sur les bornes de sortie après l'exécution du programme de test. Les options disponibles sont les suivantes :

VDC – VAC – ADC – AAC – WDC – WAC – R – C – T RTD – T TC – F PWM – F HF

Le type sélectionné de signal de sortie s'affiche dans le titre du tableau de programmation, dans la colonne « Output » (Sortie). Les valeurs du tableau changent en même temps que le type de signal de sortie.

Le type de signal mesuré (input) peut être défini à l'aide de la touche d'écran INPUT. Appuyez plusieurs fois sur la touche pour sélectionner le signal qui sera mesuré sur les bornes d'entrée par le multimètre interne après l'exécution du programme de test. Les options disponibles sont les suivantes :

V DC – mA DC – mV DC – R 4W – Freq – T TC – T RTD

Explication des symboles :

V DC	mesure de tension continue dans la gamme 12 V
mA DC	mesure de courant continu dans la gamme 25 mA
mV DC	mesure de tension continue dans la gamme 20 mV à 2 V (commutation automatique de gamme)
R 4W	mesure de résistance sur 4 fils
Freq	mesure de fréquence jusqu'à 15 kHz
T TC	mesure de température par thermocouple
T RTD	mesure de température par sonde de température à résistance

Si les fonctions T TC ou T RTD sont utilisées, les paramètres définis pour le mode multimètre s'appliquent. Ces paramètres incluent le type d'unité de mesure (K –°C), l'échelle de température (ITS68–PTS90), le type de sonde, la température de soudure froide du thermocouple (RJ) et la résistance à 0 °C.

Le type de signal d'entrée sélectionné s'affiche dans le titre du tableau de programmation, dans la colonne « Input » (Entrée). Les valeurs du tableau changent en même temps que le type de signal d'entrée.

Le **nombre d'étapes de test** peut être défini par appui sur la touche d'écran STEPS sur une plage de 1 à 10. Le nombre d'étapes définies s'affiche dans le titre du tableau de programmation, dans la colonne « Steps » (Étapes). Le nombre de lignes du tableau est actualisé lorsque le nombre d'étapes est modifié. Vous pouvez sélectionner les lignes du tableau en appuyant sur les touches ∨ et ∧ ou en tournant le bouton du potentiomètre.

Réglage des valeurs numériques du test

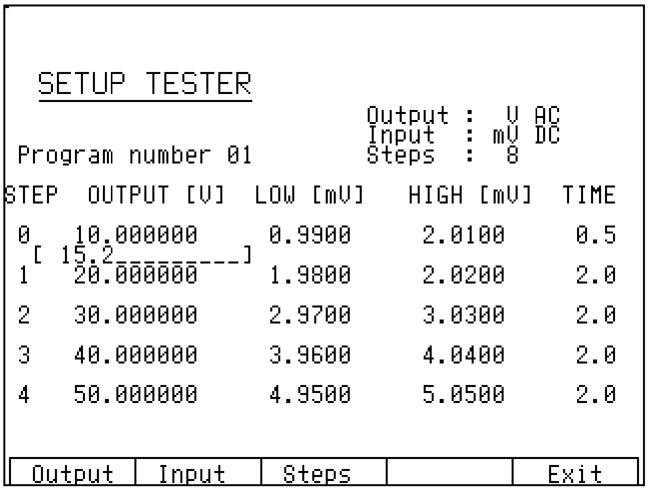
Les valeurs numériques de chaque étape peuvent être définies lorsque le type de signal de sortie est sélectionné. Les paramètres suivants peuvent être définis pour chaque étape :

1. Valeur du signal de sortie. La gamme valide pour le signal de sortie peut être utilisée.
   Si la fonction programmée est la tension continue ou le courant continu, seule la tension ou le courant peuvent être définis, et non la fréquence. Le calibrateur utilise la fréquence précédemment définie pour la fonction de sortie sélectionnée.
   Si une sortie de fréquence PWM ou HF est sélectionnée, seule la fréquence peut être définie. Le calibrateur utilise la tension de sortie et le rapport cyclique précédemment définis pour la fonction de sortie sélectionnée.
   Si la puissance (W AC, W DC) est sélectionnée, seul W peut être sélectionné. Le calibrateur utilise les valeurs de tension constante, de facteur de puissance (phase) et de fréquence précédemment définis en mode de production de puissance. Le changement de la valeur de puissance dans le tableau de programmation s'obtient par une modification du courant de sortie pendant le test.
2. Limite inférieure de tolérance de la valeur d'entrée (LOW). Cette limite peut être définie dans la gamme sélectionnée du multimètre.

3. Limite supérieure de tolérance de la valeur d'entrée (HIGH). Cette limite peut être définie dans la gamme sélectionnée du multimètre.
4. Durée de chaque étape du programme en secondes (TIME). Les valeurs possibles vont de 0,5 à 100 s.

La programmation des valeurs s'effectue comme suit :

- Sélectionnez la valeur à modifier par les touches de déplacement du curseur ou le bouton du potentiomètre.
- Saisissez la valeur numérique dans les unités de mesure affichées dans l'en-tête du tableau.



- Validez en appuyant sur ENTER. La nouvelle entrée est copiée à la position appropriée.
- Il est ainsi possible de modifier toutes les entrées numériques du tableau.
- Lorsque la programmation est terminée, appuyez sur la touche d'écran EXIT pour revenir au niveau précédent.

Remarque :
Lorsque le programme de test est lancé, toutes les étapes sont exécutées.
Un seul type de signal d'entrée et de signal de sortie peut être utilisé dans un programme de test. Il est impossible d'utiliser une autre fonction du calibrateur au milieu d'un programme.

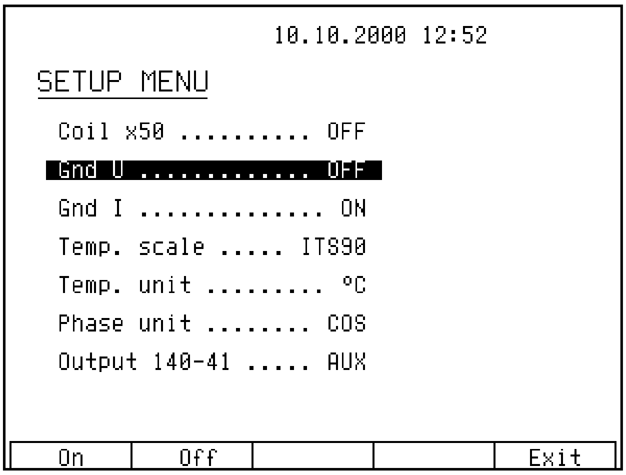
Réglage du relais

Les éléments SWITCH POLARITY (Commuté polarité) et SWITCH ACTIVITY (Commuter activité) du menu de configuration SETUP MENU permettent de paramétrer le relais. Le tableau suivant répertorie les états du relais selon les valeurs de SWITCH POLARITY et SWITCH ACTIVITY ainsi que le résultat du test.

MENU SETUP		RELAIS AVANT LE TEST	RÉSULTAT DU TEST	RELAIS APRÈS LE TEST
Switch polarity	OFF	déconnecté	FAIL	déconnecté
Switch activity	PASS		PASS	connecté
Switch polarity	ON	connecté	FAIL	connecté
Switch activity	PASS		PASS	déconnecté
Switch polarity	OFF	déconnecté	FAIL	connecté
Switch activity	FAIL		PASS	déconnecté
Switch polarity	ON	connecté	FAIL	déconnecté
Switch activity	FAIL		PASS	connecté

Menu Setup

Le calibrateur multifonction permet de définir de nombreux autres paramètres moins courants. Ces paramètres peuvent être définis dans le menu de configuration Setup. Ce menu est accessible par la touche d'écran SETUP. Les bornes de sortie sont déconnectées si elles ne l'étaient pas déjà et l'écran suivant apparaît :



Utilisez la touche de déplacement de curseur ∧ ou ∨ ou le bouton du potentiomètre pour parcourir les options du menu. L'option active est toujours en surbrillance et les descriptions des touches d'écran changent lorsqu'elle est modifiée. Les touches d'écran indiquent comment le paramètre concerné peut être modifié. Chaque paramètre peut être modifié après un appui sur le bouton du potentiomètre. Lorsque le réglage est terminé, appuyez deux fois sur la touche d'écran EXIT pour enregistrer les paramètres. Le nouveau réglage est conservé lorsque le calibrateur est mis hors tension. Le menu Setup comporte les options suivantes :

1. ***Coil x50 .... xx*** ***ON/OFF***
2. ***GND U .... xx*** ***ON/OFF***
3. ***GND I .... xx*** ***ON/OFF***

Ce paramètre connecte Lo (-I) à GND. En pratique, cela signifie que la borne Lo (-I) est mise à la terre. Les touches d'écran permettent la mise ou non à la terre de la borne. OFF est défini par le fabricant, les bornes de sortie ne sont pas mises à la terre.

Il est recommandé de ne mettre à la terre que le canal de tension (GND U ON, GND I OFF) pour toutes les gammes à l'exception de la production de puissance ou d'énergie. Si la borne Lo de l'instrument à étalonner est mise à la terre, il est recommandé de ne pas mettre à la terre les deux sorties du calibrateur (GND U OFF, GND I OFF) pour éviter les boucles de terre.

Remarque

L'absence de mise à la terre à la fois de la sortie du calibrateur et des entrées de l'instrument peut entraîner un rapport signal / bruit élevé sur la sortie du calibrateur.

4. ***Temp.scale** (Échelle de température)**.... xx ITS90/PTS68***

5. ***Temp.unit.** (Unité de température)**... xx °C/K***

6. ***Phase.unit** (Unité de phase)**.... xx °/cos***

7. ***Output 140-41** (Sortie 140-41)**.... xx AUX/PANEL***

Ce paramètre permet de sélectionner les bornes de sortie. AUX signifie que les signaux de sortie sont présents uniquement sur les bornes de l'adaptateur de câble, PANEL qu'ils ne sont présents que sur les bornes du panneau avant.

8. ***Meter average** (Moyenne instrument)**.... xx UP/DOWN***

Affiche le nombre de mesures prises avant que la valeur moyenne du multimètre incorporé s'affiche (constante d'intégration). Les touches d'écran UP et DOWN permettent de sélectionner une valeur entre 1 et 20. Plus la valeur est élevée, plus la mesure d'une valeur prend du temps, mais plus la valeur affichée est stable. Si vous sélectionnez 20, une mesure prend environ 2,5 s.

9. ***Interface .... xx GPIB/RS232***

10. ***GPIB address ....** (Adresse GPIB) **xx UP/DOWN***

11. ***RS232 baud rate ....**(débit RS232) **xx UP/DOWN***

12. ***Handshake .... xx OFF/Xon-Xoff***

Indique le protocole d'établissement de liaison de la communication. Les touches d'écran peuvent être utilisées pour sélectionner OFF ou Xon/Xoff. Une communication parfaite avec le PC nécessite que les mêmes valeurs soient définies sur le PC et sur le calibrateur.

13. ***Keyb.beep** (bip clavier)**.... xx ON/OFF***

14. ***Keyb.volume** (volume clavier)**.... xx UP/DOWN***

15. ***Brightness** (luminosité)**.... xx UP/DOWN***

16. ***Rotary change.... xx ON/OFF***

Ce paramètre commande la gamme de fonctions du potentiomètre. Si ON est sélectionné, le potentiomètre peut déplacer le curseur vers la gauche et la droite (symboles ← et →) ainsi que vers le haut et le bas (symboles ∧ et ∨). Si OFF est sélectionné, le potentiomètre ne peut déplacer le curseur que vers le haut et le bas (symboles ∧ et ∨).

17. ***Switch polarity.... xx ON/OFF***

Ce paramètre commande la fonction du relais incorporé. Si ON est sélectionné, le relais est fermé avant le test. Si OFF est sélectionné, le relais est ouvert avant le test.

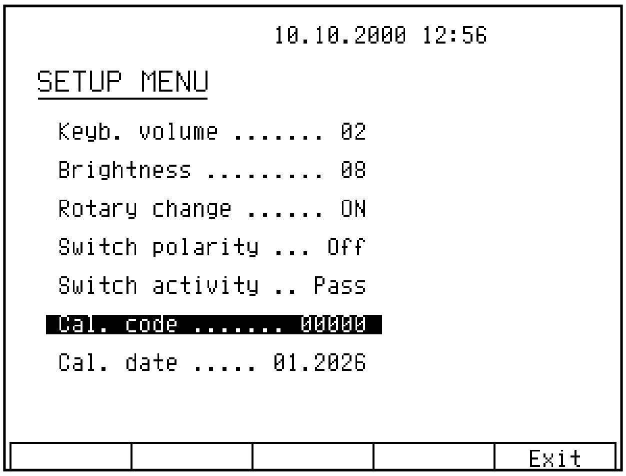
18. ***Switch activity.... xx PASS/FAIL***

Ce paramètre commande la fonction du relais incorporé. Si PASS est sélectionné, le relais est actif (change d'état) si le test aboutit à l'état PASS. Si FAIL est sélectionné, le relais est actif (change d'état) si le test aboutit à l'état FAIL.

19. ***Cal.code 00000***

Saisie du code d'étalonnage. Le code d'étalonnage est un nombre de cinq chiffres qui doit être saisi pour accéder au mode étalonnage. Si le code d'étalonnage est réglé sur « 00000 », cette information s'affiche dans le menu Setup. Le code d'étalonnage peut être modifié. Le nouveau code d'étalonnage peut être saisi directement sur le clavier numérique et validé par la touche ENTER. Si un code d'étalonnage non nul est défini, ce code doit être saisi pour accéder au mode étalonnage. Le code d'étalonnage non nul ne s'affichera plus à l'écran.

Le but du code d'étalonnage est d'empêcher des utilisateurs non autorisés à modifier l'étalonnage d'un instrument.



Remarque

Il est conseillé de noter le code d'étalonnage s'il est modifié. Si vous oubliez le code, vous devrez retourner le calibrateur au fabricant.

20. ***Cal.date .... xx.yyyy***

Affiche la date du dernier étalonnage du calibrateur (mois/année).

21. **Serial No** *(n° série)****.... xxxxxx***

22. ***Time*** *(heure)****.... xx:yy***

23. ***Date .... xx.yy.zzzz***

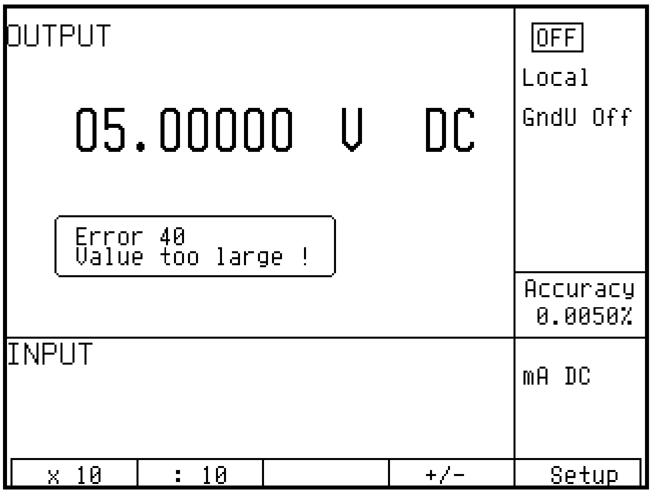
24. ***Time on display*** *(durée affichage)****.... xx ON/OFF***

Messages d'erreur

En cas d'erreur pendant l'utilisation ou le contrôle du calibrateur, un message d'erreur s'affiche à l'écran. Les erreurs peuvent être dues aux causes suivantes :

- mauvaise commande sur le panneau avant, c'est-à-dire tentative de forcer un mode non autorisé, par exemple définition d'une valeurs hors gamme, surcharge des bornes de sortie, etc. ;
- défaut du calibrateur, c'est-à-dire erreur de communication interne entre des blocs fonctionnels ;
- commande incorrecte sur le bus GPIB ou RS-232.

Voici un exemple de message d'erreur apparaissant lorsque vous tentez de définir une valeur trop haute. Tous les messages d'erreur s'affichent au centre de l'écran.



Le tableau qui suit répertorie tous les messages d'erreur en indiquant leur signification ainsi qu'un diagnostic simple.

N° erreur	*libellé*	*description*	*diagnostic*
01	Overload 2V!	Surcharge de la gamme 2 V	Le courant de sortie est trop élevé. Augmentez la résistance de la charge.
02	Overload 20V!	Surcharge de la gamme 20 V	Le courant de sortie est trop élevé. Augmentez la résistance de la charge.
03	Overload 200V!	Surcharge de la gamme 200 ou 1 000 V	Le courant de sortie est trop élevé. Augmentez la résistance de la charge.
04	Overload I output!	Courant de sortie surchargé	La tension de la charge est trop élevée. Réduisez la résistance de la charge.
05	High temperature!	Température interne trop élevée	Les étages de sortie sont surchargés. N'utilisez pas les gammes 200 V, 1 000 V ou 20 A pendant au moins 10 minutes. Vérifiez que les ouvertures de ventilation sont dégagées.
06	Overload RC!	Surcharge du simulateur RC	Le courant de test est trop élevé. Utilisez une gamme plus faible de l'ohmmètre testé.
07	FBK error!	Erreur interne	Éteignez, puis rallumez le calibrateur.
08	OUTPUT must be in OFF state!	Tentative de changement d'adaptateur de câble alors que les bornes de sortie étaient actives	Déconnectez les bornes de sortie à l'aide de la touche OUTPUT, changez l'adaptateur, puis reconnectez les bornes de sortie.
10	Interface error!	Erreur de communication GPIB	Format de données incorrect sur le bus GPIB.
11	Bad command!	Commande GPIB incorrecte	Commande GPIB inconnue.
12	Bad communication!	Erreur de communication GPIB	Écouteur non connecté au bus GPIB. Vérifier la connexion du câble GPIB.
13	Over range!	Dépassement de la gamme par GPIB	Une valeur hors gamme a été définie par la liaison GPIB. Définissez une valeur correcte.
20	Bad calib. code!	Code d'étalonnage incorrect	Le code saisi est incorrect. L'étalonnage ne peut commencer. Saisissez le code d'étalonnage correct.
21	Time warm up!	Tentative d'étalonnage avant que le préchauffage ne soit terminé	Tentative d'étalonnage avant que les 60 minutes de préchauffage ne soient écoulées. Laissez le calibrateur allumé pendant au moins 60 minutes.
24	Cable adapter must be off!	L'adaptateur n'est pas autorisé pour un étalonnage automatique	Utilisez un autre adaptateur de câble ou procédez à l'étalonnage automatique sans adaptateur.
25	Use cable adapter!	Tentative d'étalonnage sans adaptateur de câble.	L'étalonnage des gammes de résistance nécessite un adaptateur Option 70. L'étalonnage du multimètre interne nécessite des adaptateurs de câble Option 40 ou Option 60.
30	Internal RxD timeout!	Erreur interne	Erreur interne du calibrateur. Éteignez le calibrateur et rallumez-le au bout de 5 s. Si l'erreur persiste, contactez le fabricant.
31	Internal communication!	Erreur interne	Erreur interne du calibrateur. Éteignez le calibrateur et rallumez-le au bout de 5 s. Si l'erreur persiste, contactez le fabricant.
37	Calibrator is not ready!	Erreur interne	Erreur interne du calibrateur. Éteignez le calibrateur et rallumez-le au bout de 5 s. Si l'erreur persiste, contactez le fabricant.
40	Value too large!	La valeur maximale est hors limite	Tentative de définir une valeur au-delà de la plage autorisée. Définissez une valeur correcte.
41	Value too small!	La valeur minimale est hors limite	Tentative de définir une valeur en deçà de la plage autorisée. Définissez une valeur correcte.
42	Deviation too large!	L'écart est trop élevé	L'écart défini dépasse les limites, fixées à –30 % et +30 %. Définissez une valeur correcte.
44	Unable +/-!	Changement de polarité non autorisé	Tentative d'inversion de polarité lorsque ce n'est pas autorisé. Modes concernés : F, P-E, R-C, ACV, ACI.
45	Unable – polarity!	Polarité négative non autorisée.	Tentative de définir une polarité négative lorsque ce n'est pas autorisé. Modes concernés : F, P-E, R-C, ACV, ACI.
46	Unable DC/AC!	Conversion continu-alternatif impossible	Tentative de changement de paramètre alternatif / continu dans une situation où cela n'a pas de sens ou n'est pas autorisé.
47	Current timeout!	Délai de temporisation de courant supérieur à 10 A écoulé	Chargement des bornes de sortie avec un courant supérieur à 10 A pendant une période trop élevée.
48	Not allowed on AUX output!	Fonction non autorisée sur la sortie AUXILIARY	N'utilisez pas ce réglage avec l'adaptateur de câble connecté.

Entretien du calibrateur

Le calibrateur multifonction est un instrument électronique commandé par microprocesseur. Tous les blocs subissant des charges importantes en fonctionnement sont refroidis par ventilateur.

Règles à observer pour un fonctionnement correct

Il est particulièrement important d'observer les règles suivantes pour garantir un fonctionnement correct du calibrateur :

- ***Le calibrateur ne doit être allumé et éteint que par l'interrupteur d'alimentation secteur situé sur le panneau arrière.***
- ***Ne branchez pas le calibrateur sur une autre tension que celle définie sur le sélecteur de tension.***
- ***N'obstruez pas les ouvertures de ventilation situées sur le panneau arrière et sous l'appareil.***
- ***Le calibrateur ne doit pas être utilisé dans un environnement poussiéreux. Il a été conçu pour être utilisé en laboratoire.***
- ***Aucun liquide ni petit objet ne doit pénétrer à l'intérieur du calibrateur par les ouvertures de ventilation.***
- ***N'utilisez pas le calibrateur hors de sa plage de température de fonctionnement.***
- ***Branchez les instruments à étalonner sur les bornes de sortie appropriées. Il n'est pas possible de protéger le calibrateur des dommages provoqués par des connexions inappropriées.***
- ***N'endommagez pas les bornes de sortie par l'introduction de fiches bananes plus grosses que celles pour lesquelles les prises ont été conçues.***
- ***Chaque fois que cela est possible, utilisez le menu Setup pour mettre à la terre la borne de sortie Lo (option GND U ON dans le menu Setup).***
- ***Ne surchargez pas les étages de puissance en laissant le calibrateur allumé avec la charge connectée sur de longues périodes, particulièrement dans la gamme de courant 20 A et les gammes de tension 200 V et 1 000 V.***
- ***Si les instruments à étalonner ne sont pas branchés sur les bornes de sortie du calibrateur par les câbles d'origine, vérifiez que les câbles utilisés conviennent à la tension et au courant d'étalonnage. La tension de sortie maximale peut atteindre 1 000 Vca, le courant de sortie maximal 20 Aca.***

Entretien régulier

Le calibrateur ne nécessite aucun entretien spécial de ses pièces électriques ou mécaniques. S'il est sale, le boîtier et l'écran peuvent être nettoyés à l'aide d'un chiffon doux imbibé d'alcool.

Le calibrateur doit être étalonné dans l'intervalle recommandé de 12 mois. Cet étalonnage doit être effectué dans un centre d'étalonnage.

Conduite à tenir en cas de panne

En cas de **panne manifeste** en cours d'utilisation (l'écran reste éteint et le ventilateur ne tourne pas, par exemple), le calibrateur doit être immédiatement éteint. Commencez par vérifier le fusible situé sur le connecteur du cordon d'alimentation. La procédure est la suivante :

- Débranchez le cordon d'alimentation de son connecteur sur le panneau arrière.
- En introduisant la lame d'un tournevis plat dans l'ouverture du sélecteur de tension secteur, extrayez le porte-fusible.
- Retirez le fusible. Remplacez-le par un neuf de même valeur nominale si l'ancien est fondu.
- Replacez le porte-fusible, rebranchez le cordon d'alimentation et allumez le calibrateur. Si le problème persiste, contactez le fabricant.

En cas de défaut manifeste, par exemple lorsqu'un mode de fonctionnement ou une gamme de mesure ne fonctionnent pas, le défaut ne peut être corrigé par l'utilisateur. Contactez le fabricant.

Des **défauts cachés** peuvent provoquer différents symptômes et provenir de causes différentes. Généralement, ils provoquent l'instabilité d'un paramètre. Les défauts cachés peuvent provenir d'une altération inacceptable, d'une isolation dégradée, etc. Dans ce cas, contactez le fabricant.

Il semble parfois que le calibrateur souffre d'un défaut caché lorsque les règles de fonctionnement correct n'ont pas été observées. Dans ce cas, le défaut est dû à l'opérateur. Cas les plus fréquents de faux « défauts cachés » :

- tension d'alimentation hors des limites de tolérance ou instable ;
- mauvaise mise à la terre du circuit de mesure (mauvaise connexion de la borne de terre de la prise murale ou boucles de terre dues à plusieurs connexions à la terre) ;
- proximité de sources à forte influence dont les effets sont propagés par le réseau ou par des champs électromagnétiques ;
- champs électrostatiques ou électromagnétiques importants pouvant provoquer une forte instabilité lors d'étalonnages utilisant des impédances élevées.

Test de vérification des performances

Ce chapitre décrit la procédure recommandée pour vérifier les paramètres du calibrateur. Il n'est pas nécessaire d'accéder à l'intérieur de l'instrument pendant les tests.

Équipement nécessaire

Le test de vérification des performances requiert les instruments suivants :

- multimètre à 8 chiffres 1/2 d'une précision de 0,001 % sur la tension continue
- résistance shunt de 10 mΩ, 100 mΩ avec une précision de 0,01 %
- pont de mesure RLC avec une précision de 0,1 %
- compteur avec une précision de 0,001 %
- wattmètre 0,02-0,05 %
- résistance étalon 100 ohms, 1 000 ohms avec une précision de 0,005 %

Configuration du calibrateur

Le calibrateur doit être testé directement à partir des bornes de son panneau avant et sans adaptateur 140-01 ou 140-41. Pour les tests du multimètre incorporé, les adaptateurs de câble Option 40 et Option 60 sont recommandés. Pour éliminer l'influence du bruit ou des interférences sur la fréquence de la ligne d'alimentation du circuit de mesure, il est recommandé de paramétrer le calibrateur de la manière suivante dans le menu SETUP :

- ***Coil x50*** ***OFF***
- ***GND U*** ***ON (OFF dans test de capacité)***
- ***GND I*** ***ON (OFF dans test de capacité)***

Remarque : Il est recommandé de ne mettre à la terre que le canal de tension (GND U ON, GND I OFF) pour toutes les gammes à l'exception de la production de puissance ou d'énergie. Si la borne Lo de l'instrument à étalonner est mise à la terre, il est recommandé de ne pas mettre à la terre les deux sorties du calibrateur (GND U OFF, GND I OFF) pour éviter les boucles de terre.

Si ni le calibrateur ni l'instrument étalon ne sont mis à la terre, des niveaux de tension très élevés peuvent être présents sur les bornes de sortie.

En général, lorsque le calibrateur est branché sur l'instrument étalon, des boucles de terre peuvent se produire par la ligne d'alimentation. Les boucles de terre peuvent accroître le bruit, l'instabilité à court terme ou la distorsion non harmonique du signal de sortie. Si nécessaire, utilisez des bobines toriques pour éliminer ces effets.

- ***Meter average*** ***05***

Aucun des autres éléments du menu SETUP n'influe sur la précision du calibrateur.

Utilisez la courbe sinusoïdale du signal de sortie pour tous les tests de courant alternatif.

La vérification des performances peut être effectuée après la période de préchauffage, c'est-à-dire une heure après la mise sous tension. Le calibrateur doit être placé dans des conditions de température stabilisée au moins 8 heures avant le début du test de vérification des performances.

Procédure de base du test de vérification des performances

La procédure de vérification comporte les étapes suivantes :

- Test de **tension continue 20 V** avec contrôle de la linéarité
- Test de **tension continue** des gammes internes 20 mV, 200 mV, 2 V, 240 V et 1 000 V
- Test de **tension alternative 20 V** avec contrôle de la linéarité
- Test de **tension alternative** des gammes internes 20 mV, 200 mV, 2 V, 240 V et 1 000 V
- Test de **courant continu 200 mA** avec contrôle de linéarité
- Test des **gammes internes de courant continu** 200 uA, 2 mA, 20 mA
- Test des **gammes internes de courant alternatif** 200 uA, 2 mA, 20 mA, 200 mA
- Test des **gammes de courant fort alternatif / continu** 2 A, 20 A
- Test de **puissance en courant continu** 480 VA, 2400 VA (courant continu, PF 0, +0,5, -0,5)
- Test de **résistance** aux valeurs 10, 100, 1k, 10k, 100k, 1M, 10M, 50Mohms en courant continu
- Test de **capacité** aux valeurs 1n, 10n, 100n, 1u, 10u, 50u F sur la fréquence 1 000 Hz
- Test de la **valeur nominale de fréquence** 1 kHz
- Test des **gammes internes du multimètre** 20 mVcc, 200 mVcc, 2 Vcc, 10 Vcc, 25 mAcc, 200 Ω, 2 kΩ et fréquence 1 kHz
- **Contrôle de distorsion** de la tension alternative, gamme 20 V.

Procédure

La procédure de vérification des performances est décrite ci-dessous. Les points de mesure recommandés sont ceux du tableau des limites (voir tableaux ci-après).

1. Branchez le calibrateur sur le secteur et laissez-le allumé au moins une heure dans un laboratoire à 23±1 ^{o}C.
2. Exécutez la procédure ACAL (voir chapitre Mode étalonnage, contactez CHAUVIN ARNOUX).
3. Branchez l'entrée de tension du multimètre étalon sur les bornes de sortie de tension du calibrateur. Définissez les paramètres appropriés sur le multimètre étalon de manière à optimiser la précision.
4. Exécutez les tests de linéarité 20 Vcc, de tension continue, de linéarité 20 Vca et de tension alternative selon les tableaux I, II, III et IV. Les écarts ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.
5. Branchez l'entrée de courant du multimètre étalon sur les bornes de sortie de courant du calibrateur. Définissez les paramètres appropriés sur le multimètre étalon de manière à optimiser sa précision.
6. Procédez aux tests de linéarité 200 mAcc, de courant continu et de courant alternatif selon les tableaux V, VI et VII. Les écarts ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.
7. Branchez les bornes de sortie du calibrateur sur les bornes de courant de la résistance shunt 100 mΩ. Branchez l'entrée de tension du multimètre étalon sur les bornes de tension de la résistance shunt. Sélectionnez la gamme 100(200) mV sur le multimètre étalon.
8. Procédez au test de courant alternatif / continu fort dans la gamme 2 A selon le tableau VIII. L'écart ne doit pas dépasser la limite spécifiée.
9. Branchez les bornes de sortie du calibrateur sur les bornes de courant de la résistance shunt 10 mΩ. Branchez l'entrée de tension du multimètre étalon sur les bornes de tension de la résistance shunt. Sélectionnez la gamme 100(200) mV sur le multimètre étalon.

10. Procédez au test de courant alternatif / continu fort dans la gamme 20 A selon le tableau VIII. L'écart ne doit pas dépasser la limite spécifiée.

11. Branchez la sortie appropriée du wattmètre étalon sur les bornes de courant du calibrateur.

12. Procédez au test de puissance alternative / continue selon le tableau IX. Les écarts ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

13. Branchez les bornes de tension du calibrateur respectivement sur les bornes Hi/Lo et Sense H/L du multimètre standard. Sélectionnez le mode résistance sur le multimètre et sur le calibrateur. Utilisez une connexion sur quatre fils sur le multimètre pour tester les valeurs nominales inférieures à 10 kΩ. Utilisez la fonction de réglage automatique du zéro du multimètre étalon pour éliminer les tensions thermoélectriques et les résistances résiduelles du multimètre et des câbles avant la mesure.

14. Branchez l'adaptateur Option 70 sur le connecteur AUXILIARY. Effectuez un test de résistance selon le tableau X. Les écarts ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

15. Branchez les bornes de tension du calibrateur sur le pont de mesure RCL. Réglez GND U et GND I sur OFF dans le menu SETUP (sur les ponts de mesure RCL courants, le circuit de mesure ne doit pas être mis à la terre). Branchez la borne source du pont de mesure RCL sur la borne de sortie Lo du calibrateur.

16. Procédez à un test de capacité selon le tableau XI. Les écarts ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

17. Branchez les bornes de tension du calibrateur sur le compteur. Réglez la tension de sortie sur 1 Vca et la fréquence sur 1 kHz.

18. Procédez à un test de fréquence selon le tableau XII. L'écart ne doit pas dépasser la limite spécifiée.

19. Branchez l'adaptateur de câble Option 40 sur le connecteur AUXILIARY du panneau avant. Branchez la fiche banane Lo de l'adaptateur sur la borne de sortie Lo du calibrateur. Branchez la fiche banane Hi de l'adaptateur sur la borne de sortie Hi du calibrateur. Sélectionnez une valeur appropriée de fréquence et la plage de tension 20 V sur le calibrateur (fréquence et gamme 10 Vcc sur le multimètre interne) selon le tableau XIII.

20. Procédez au test des valeurs FREQUENCY 1000Hz and 10 VDCV. Les écarts ne doivent pas dépasser les limites des tableaux ci-dessous.

    Remarque : La sortie du calibrateur n'étant pas précise en tous ses points, utilisez le compteur (fréquence) ou le multimètre (tension continue) étalon externe en parallèle aux bornes de sortie pour obtenir la valeur exacte de la sortie.

21. Branchez l'adaptateur de câble Option 40 aux bornes de sortie +I et -I du calibrateur. Sélectionnez une valeur appropriée de courant continu.

22. Procédez au test du multimètre sur la gamme 25 mAcc, c'est-à-dire sur le point 19 mAcc (voir tableau des limites) selon le tableau XIII. L'écart ne doit pas dépasser la limite spécifiée.

23. Branchez l'adaptateur de câble Option 60 sur le connecteur AUXILIARY du panneau avant. Sélectionnez la fonction tension continue, gamme 2 V, dans le menu SETUP du multimètre incorporé. Reliez les bornes Hu et Lu (fiches bananes) de l'adaptateur pour les court-circuiter et utilisez la fonction ZERO du multimètre pour réinitialiser son point zéro.

24. Branchez la borne Hu de l'adaptateur sur la borne Hi du calibrateur. Branchez la borne Lu de l'adaptateur sur la borne Li du calibrateur.

25. Sélectionnez les valeurs appropriées de tension continue sur le calibrateur selon le tableau XIII et testez les gammes de tension continue 20 mV, 200 mV et 2 V du multimètre. L'écart ne doit pas dépasser la limite spécifiée.

    Remarque : La sortie du calibrateur n'étant pas précise en tous ses points, utilisez le multimètre étalon externe connecté en parallèle aux bornes de sortie pour obtenir la valeur exacte de tension continue sur les bornes de sortie.

26. Débranchez l'adaptateur Option 60 des bornes de sortie Hi et Li. Sélectionnez la fonction résistance dans le menu SETUP du multimètre interne. Court-circuitez la connexion sur quatre fils des fiches bananes de

l'adaptateur Option 60. Utilisez la fonction ZERO du multimètre incorporé pour exclure les paramètres de l'adaptateur. Branchez la résistance étalon de 100 Ω sur l'adaptateur. Utilisez la technique des quatre bornes.

27. Testez la gamme de résistance 200 Ω du multimètre selon le tableau XIII. L'écart ne doit pas dépasser la limite spécifiée.

28. Utilisez la même procédure pour tester la gamme de résistance 2 000 Ω.

29. Débranchez l'adaptateur de câble Option 60 et branchez le distorsiomètre sur les bornes de sortie de tension du calibrateur. Réglez la tension de sortie sur 10 Vca, avec une fréquence de 1 000 Hz et une courbe sinusoïdale.

30. Mesurez la distorsion harmonique du signal de sortie. Elle ne doit pas dépasser 0,05 %.

Si le calibrateur est hors limites à certains points du test, la fonction et la gamme concernées doivent être réétalonnées. Il n'est pas nécessaire de réétalonner toutes les fonctions, mais seulement celles qui ne satisfont pas aux spécifications. Reportez-vous au chapitre « Mode étalonnage » pour une description de la procédure.

Tableaux des limites

Test de la gamme de base 20 Vcc avec linéarité

Fonction	Gamme	Valeur (V)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
V-DC	20,0V	2,0		0,008
V-DC	20,0V	4,0		0,006
V-DC	20,0V	6,0		0,005
V-DC	20,0V	8,0		0,004
V-DC	20,0V	10,0		0,004
V-DC	20,0V	12,0		0,004
V-DC	20,0V	14,0		0,004
V-DC	20,0V	16,0		0,004
V-DC	20,0V	18,0		0,004
V-DC	20,0V	19,0		0,004
V-DC	20,0V	-2,0		0,008
V-DC	20,0V	-4,0		0,006
V-DC	20,0V	-6,0		0,005
V-DC	20,0V	-8,0		0,004
V-DC	20,0V	-10,0		0,004
V-DC	20,0V	-12,0		0,004
V-DC	20,0V	-14,0		0,004
V-DC	20,0V	-16,0		0,004
V-DC	20,0V	-18,0		0,004
V-DC	20,0V	-19,0		0,004

Tableau I

Test de tension continue

Fonction	Gamme	Valeur (V)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
V-DC	2,0V	1,9		0,004
V-DC	2,0V	-1,9		0,004
V-DC	240,0V	190,0		0,004
V-DC	240,0V	240,0		0,003
V-DC	240,0V	-190,0		0,004
V-DC	240,0V	-240,0		0,003
V-DC	1000,0V	1000,0		0,010
V-DC	1000,0V	-1000,0		0,010

Tableau II

Test de la gamme de base 20 Vca avec linéarité

Fonction	Gamme	Valeur (V)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
V-AC	20,0V	2,0	1000	0,075
V-AC	20,0V	4,0	1000	0,050
V-AC	20,0V	6,0	1000	0,042
V-AC	20,0V	8,0	1000	0,037
V-AC	20,0V	10,0	1000	0,035
V-AC	20,0V	12,0	1000	0,033
V-AC	20,0V	14,0	1000	0,032
V-AC	20,0V	16,0	1000	0,031
V-AC	20,0V	18,0	1000	0,031
V-AC	20,0V	19,0	1000	0,030

Tableau III

Test de tension alternative

Fonction	Gamme	Valeur (V)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
V-AC	20mV	0,019	1000	0,358
V-AC	200mV	0,19	1000	0,142
V-AC	2,0V	1,9	1000	0,030
V-AC	20,0V	19,0	50	0,030
V-AC	20,0V	19,0	120	0,030
V-AC	20,0V	19,0	10000	0,030
V-AC	20,0V	19,0	20000	0,082
V-AC	20,0V	19,0	50000	0,082
V-AC	240,0V	190,0	1000	0,036
V-AC	1000V	750,0	120	0,057

Tableau IV

Test de la gamme de base de courant continu 200 mA avec linéarité

Fonction	Gamme	Valeur (A)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
A-DC	200,0mA	0,02		0,040
A-DC	200,0mA	0,04		0,025
A-DC	200,0mA	0,06		0,020
A-DC	200,0mA	0,08		0,018
A-DC	200,0mA	0,10		0,016
A-DC	200,0mA	0,12		0,015
A-DC	200,0mA	0,14		0,014
A-DC	200,0mA	0,16		0,014
A-DC	200,0mA	0,18		0,013
A-DC	200,0mA	0,19		0,013
A-DC	200,0mA	-0,02		0,040
A-DC	200,0mA	-0,04		0,025
A-DC	200,0mA	-0,06		0,020
A-DC	200,0mA	-0,08		0,018
A-DC	200,0mA	-0,10		0,016
A-DC	200,0mA	-0,12		0,015
A-DC	200,0mA	-0,14		0,014
A-DC	200,0mA	-0,16		0,014
A-DC	200,0mA	-0,18		0,013
A-DC	200,0mA	-0,19		0,013

Tableau V

Test de courant continu

Fonction	Gamme	Valeur (A)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
A-DC	200,0uA	0,00019		0,061
A-DC	200,0uA	-0,00019		0,061
A-DC	2,0mA	0,0019		0,025
A-DC	2,0mA	-0,0019		0,025
A-DC	20,0mA	0,019		0,013
A-DC	20,0mA	-0,019		0,013

Tableau VI

Test de courant alternatif

Fonction	Gamme	Valeur (A)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
A-AC	200,0uA	0,00019	60	0,161
A-AC	2,0mA	0,0019	60	0,081
A-AC	20,0mA	0,019	60	0,055
A-AC	20,0mA	0,019	120	0,055
A-AC	20,0mA	0,019	1000	0,055
A-AC	20,0mA	0,019	1000	0,055
A-AC	200,0mA	0,19	60	0,055

Tableau VII

Test de courant fort continu / alternatif

Fonction	Gamme	Valeur (A)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
A-DC	2,0A	1,0		0,025
A-DC	2,0A	-1,0		0,025
A-AC	2,0A	1,0	60	0,060
A-DC	10,0A	10,0		0,040
A-DC	10,0A	-10,0		0,040
A-AC	10,0A	10,0	60	0,160

Tableau VIII

Test de puissance alternative / continue

Fonction	Gamme	Valeur (VA)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
P 1	480W	480	60	0,07
P 0,5LA	480W	240	60	0,46
P 0,5LE	480W	240	60	0,46
P 1	2400W	2400	60	0,14
P 0,5LA	2400W	1200	60	0,77
P 0,5LE	2400W	1200	60	0,77

Tableau IX Tension=240 V

Test de résistance

Fonction	Gamme	Valeur (Ohm)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
O-4W	100,0Ohm	10,0	DC	0,130
O-4W	100,0Ohm	100,0	DC	0,015
O-4W	1000Ohm	1000,0	DC	0,015
O-4W	10kOhm	10000,0000	DC	0,015
O-4W	100kOhm	100000,0000	DC	0,015
O-4W	1MOhm	1,000000e+6	DC	0,050
O-4W	10MOhm	1,000000e+7	DC	0,200
O-4W	50MOhm	5,000000e+7	DC	0,500

Tableau X

Test de capacité

Fonction	Gamme	Valeur (F)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
CAP	1nF	1,00000e-09	1000	2,000
CAP	10nF	1,000000e-8	1000	0,500
CAP	100nF	1,000000e-7	1000	0,500
CAP	1uF	1,000000e-6	500	0,500
CAP	10uF	1,000000e-5	300	1,500
CAP	50uF	5,000000e-5	300	2,000

Tableau XI

Test de fréquence

Fonction	Gamme	Valeur (Hz)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
FREQ	1kHz	1000,0		0,005

Tableau XII

Test du multimètre

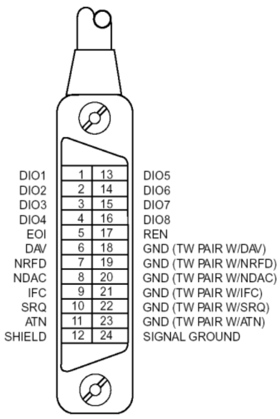
Fonction	Gamme	Valeur (Hz)	Fréquence (Hz)	Écart autorisé (% valeur)
FREQ	1kHz	1000oHz		0,005
V-DC	10V	10,0V		0,013
V-DC	10V	-10,0V		0,013
A-DC	25mA	0,019A		0,017
A-DC	25mA	-0,019A		0,017
V-DC	20mV	0,019V		0,057
V-DC	20mV	-0,019V		0,057
V-DC	200mV	0,19V		0,024
V-DC	200mV	-0,19V		0,024
V-DC	2V	1,9V		0,020
V-DC	2V	-1,9V		0,020
O-4W	200Ohm	100,0Ohm		0,030
O-4W	2kOhm	1000,0Ohm		0,021

Tableau XIII

Commande distante du système

Le calibrateur comporte un bus IEEE-488 et une ligne RS232 standard. Les connecteurs du système sont situés sur le panneau arrière. Pour que la commande à distance fonctionne correctement, les paramètres du bus doivent être définis dans le menu système. Pour le bus IEEE-488, l'adresse est importante (à définir dans une gamme de 0 à 30). Pour le bus RS232, le débit de communication (150 à 19 200 bauds) et le protocole XON/XOFF peuvent être définis. Le calibrateur ne peut être commandé que par une interface à la fois. Il est donc nécessaire d'en sélectionner une (GPIB/RS232) dans le menu système.

Propriétés du bus IEEE-488



L'instrument exécute les fonctions suivantes sur les commandes du bus GPIB :

SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, SR1

Il reconnaît également les commandes générales suivantes :

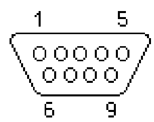
DCL Device Clear (réinitialisation de l'appareil)
SDC Selected Device Clear (réinitialisation de l'appareil sélectionné)
EOI End or Identify Message Terminator (terminaison de message)
GTL Go To Local (retour aux commandes locales)
LLO Local Lock Out (verrouillage des commandes locales)

SPD Serial Poll Disable (désactivation de l'interrogation)
SPE Serial Poll Enable (activation de l'interrogation)

Propriétés du bus RS232

Le transfert de données par le bus RS232 fait appel au format de données 8N1, c'est-à-dire des mots de données de 8 bits sans parité avec un bit d'arrêt. Le débit peut être défini dans le menu système. Valeurs possibles : 150, 300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600 et 19 200 bauds. Le handshake logiciel (commande de communication) XON/XOFF peut être choisi pour commander le transfert des données sur le bus.

Disposition du connecteur **RS-232**



Broche	Libellé	Direction	Remarque
2	TXD	sortie	émetteur
3	RXD	entrée	récepteur
5	GND	--	terre

Connecteur 9 broches D-SUB MÂLE

Câble reliant le calibrateur et le PC (configuration 1:1)

PC	D-Sub 1	D-Sub 2	M-140
Récepteur	2	2	Emetteur
Emetteur	3	3	Récepteur
Terre	5	5	Terre

Syntaxe des commandes

Les commandes décrites dans ce chapitre peuvent être émises par les deux bus (IEEE-488 et RS232).

Toutes les commandes répertoriées dans ce chapitre sont expliquées sur deux colonnes :
MOT-CLÉ et PARAMÈTRES.

La colonne MOT-CLÉ contient les noms des commandes. Des crochets ([ ]) indiquent que le mot-clé est facultatif. Les commandes facultatives servent uniquement à assurer la compatibilité avec le langage standard SCPI.

Les majuscules désignent la forme abrégée des commandes. La forme développée est rédigée en minuscules.

Les paramètres des commandes figurent entre chevrons (<>) ; chaque paramètre est séparé par une virgule. Les paramètres entre crochets ([ ]) sont facultatifs. La ligne verticale (|), qui signifie « ou », sert à séparer plusieurs paramètres parmi lesquels un doit être choisi.

Un point-virgule « ; » permet de séparer plusieurs commandes figurant sur une même ligne.
Exemple : VOLT 2,5 ; OUTP ON

Remarque :
Chaque commande doit se terminer par un caractère <cr> ou <lf>. Les deux codes <crlf> peuvent être utilisés ensemble. Le calibrateur exécute toutes les commandes écrites sur une ligne du programme dès qu'il reçoit le code <cr>, <lf> ou <crlf>. Sans ce code, la ligne de programme est ignorée.

Description des abréviations

<DNPD>= *Decimal Numeric Program Data* (données numériques décimales de programme), format utilisé pour exprimer un nombre décimal avec ou sans exposant.

<CPD>= *Character Program Data* (données caractères de programme). Généralement, représente un groupe de paramètres en caractères parmi lesquels un paramètre peut être choisi. Exemple : {ON | OFF | 0 | 1}.

? = Drapeau interrogeant la valeur du paramètre spécifié par la commande. Aucun autre paramètre que le point d'interrogation ne peut être utilisé.

(?) = Drapeau interrogeant la valeur du paramètre spécifié par la commande. Cette commande permet d'interroger une valeur, mais également de la définir.

<cr> = retour chariot. code ASCII 13. Ce code exécute la ligne de programme.

<lf> = saut de ligne. code ASCII 10. Ce code exécute la ligne de programme.

Sous-système OUTPut

Ce sous-système permet de commander les bornes de sortie du calibrateur CX1651, d'activer la sortie quatre fils ou de commuter le calibrateur sur la bobine de courant x50 (option 130-50).

Mot-clé	**Paramètres**
OUTPut	
[:STATe] (?)	<CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
: ISELection (?)	<CPD> { HIGHi | HI50turn }

Sous-système SOURce

Ce sous-système permet de commander les fonctions individuelles du calibrateur CX1651.

```
Mot-clé                         Paramètres

[SOURce]
    : FUNCtion
        [: SHAPe] (?)                   <CPD> { DC | SINusoid | PULPositive | PULSymmetrical |
                                          PULNegative | RMPA | RMPB | TRIangle | LIMSinusoid |
                                          PWMPositive | PWMSymmetrical | PWMNegative | .
                                         - -

    : VOLTage
        [: LEVEl]
            [: IMMediate]
                [: AMPLitude]  (?)      <DNPD>

    : CURRent
        [: LEVEl]
            [: IMMediate]
                [: AMPLitude]  (?)      <DNPD>

    : RESistance
        [: LEVEl]
            [: IMMediate]
                [: AMPLitude]  (?)      <DNPD>

    : CAPacitance
        [: LEVEl]
            [: IMMediate]
                [: AMPLitude]  (?)      <DNPD>

    : POWEr
        [: LEVEl]
            [: IMMediate]
                [: AMPLitude]  (?)      <DNPD>
        : PHASe
            : UNITS (?)                 <CPD>  { DEG | COS }
            [: ADJust]  (?)             <DNPD>
        : VOLTage
            [: LEVEl]
                [: IMMediate]
                    [: AMPLitude]  (?)  <DNPD>
        : CURRent
            [: LEVEl]
                [: IMMediate]
                    [: AMPLitude]  (?)  <DNPD>

    : EARTh
        : VOLTage (?)                   <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
        : CURRent (?)                   <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

    : AUXiliary (?)                     <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
        : ADAPter  (?)

    : FREQuency
        [: CW ] (?)                     <DNPD>
        : DUTY  (?)                     <DNPD>
        : VOLT (?)                      <DNPD>
        : ATTE (?)                      <DNPD>

    : TEMPerature
        : UNITs (?)                     <CPD> { C | CEL | K }
```

```
        : SCALe (?)                          <CPD> { TS68 | TS90 }
        : THERmocouple
            [: LEVEl]
                [: IMMediate]
                    [: AMPLitude]  (?)       <DNPD>

            : RJUNction (?)                  <DNPD>
            : TYPE (?)                       <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }
        : PRT
            [: LEVEl]
                [: IMMediate]
                    [: AMPLitude]  (?)       <DNPD>
            : TYPE (?)                       <CPD> { PT385 | PT392 | NI }
            : NRESistance (?)                <DNPD>
```

Sous-système MEASure

Ce sous-système permet de commander le multimètre interne du calibrateur CX1651. Il définit les fonctions du multimètre et lit les valeurs mesurées.

Mot-clé **Paramètres**

```
MEASure

    ?

    : CONFigure

        : VOLTage

        : CURRent

        : MVOLTage

        : RESistance

        : FREQuency

        : TEMPerature
            : RTD
                : TYPE (?)               <CPD> { PT385 | PT392 }
                : NRESistance (?)        <DNPD>

            : THERmocouple
                : TYPE (?)               <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }
                : RJUNction (?)          <DNPD>

        : SGS
            : VOLTage (?)                <DNPD>

        : OFF
```

Sous-système TESTer

Ce sous-système permet de commander les fonctions de testeur du calibrateur CX1651. Il lance la procédure de test sélectionnée et en lit les résultats.

Mot-clé **Paramètres**

```
TESTer

    : RUN                        <DNPD>

    : RESUlt ?
```

Operation complete

***OPC** <cr>

Cette commande met à 1 le bit OPC du registre ESR (*Event Status Register*) lorsque toutes les opérations en cours sont terminées.

Operation complete?

***OPC?** <cr>

Cette commande renvoie « 1 » sur la file de sortie lorsque toutes les opérations en cours sont terminées.

Operation complete?

***OPC?** <cr>

Cette commande renvoie « 1 » sur la file de sortie lorsque toutes les opérations en cours sont terminées.

Commande Wait-to-Continue

***WAI** <cr>

Empêche l'instrument d'exécuter d'autres commandes ou requêtes tant que toutes les commandes distantes précédentes n'ont pas été exécutées.

Reset

***RST** <cr>

Réinitialise le calibrateur à son état d'origine.

Test operation

***TST?** <cr>

Exécute un auto-test interne. Renvoie le résultat du test (« 0 » pour passe, « 1 » pour échec).

Lecture de l'octet d'état (IEEE488 uniquement)

***STB?** <cr>

Cette requête renvoie le registre de l'octet d'état SBR, y compris le bit MSS.

Positionnement de Service Request Enable (IEEE488 uniquement)

***SRE <valeur>** <cr>

Active le registre Service Request Enable. Le bit 6 n'étant pas utilisé, la valeur maximale est 191.

Lecture du registre Service Request Enable (IEEE488 uniquement)

***SRE?** <cr>

Cette requête renvoie la valeur du registre Service Request Enable Register.

Lecture du registre Event Status Register (IEEE488 uniquement)

***ESR?** <cr>

Cette requête renvoie le contenu du registre Event Status Register et l'efface.

Lecture de Event Status Enable (IEEE488 uniquement)

***ESE <valeur>** <cr>

Programme les bits du registre Event Status Enable. Si un ou plusieurs des événements désactivés du registre Event Status Enable sont activés, le bit ESB du registre Status Byte Register est également mis à 1.

Lecture du registre Event Status Enable (IEEE488 uniquement)

***ESE?** <cr>

Cette requête retourne la valeur du registre Event Status Enable.

Effacement de l'état (IEEE488 uniquement)

***CLS** <cr>

Efface les registres Event Status Register et Status Byte Register à l'exception du bit MAV et de la file de sortie.

Commande à distance

***REM** <cr>

Active la commande à distance. Lorsque le calibrateur est commandé par le bus GPIB, il entre automatiquement en mode de commande à distance. Lorsque la commande à distance est active, le calibrateur ignore toutes les commandes du panneau avant à l'exception de la touche LOCAL.

Commande locale

***LOC** <cr>

Active la commande locale (c'est-à-dire les touches du panneau avant). Lorsque le calibrateur est commandé par le bus GPIB, il entre automatiquement en mode de commande locale.

Verrouillage de la commande locale

***LLO** <cr>

Verrouille les commandes locales. La touche LOCAL ne permet plus de ramener le calibrateur en mode de commande locale. Le retour en mode de commande locale ne peut être activé que par une commande envoyée par le bus ou une remise sous tension du calibrateur.

Déverrouillage de la commande locale

***UNL** <cr>

Annule la commande « *LLO ». Le calibrateur déverrouillé peut être ramené en mode de commande locale par un appui sur la touche LOCAL.

Exemples d'utilisation

Étalonnage d'instruments de mesure

Le calibrateur peut être utilisé pour étalonner directement divers instruments mesurant des grandeurs électriques. Un adaptateur de câble Opt. 140-41 est recommandé. L'adaptateur de câble comporte une sonde de température permettant de mesurer la température externe. La valeur mesurée peut être affichée par un appui sur la touche INPUT.

Multimètres

Le calibrateur peut servir à étalonner des multimètres numériques et analogiques (DCV, ACV, DCI, ACI, résistance, capacité, température, fréquence et rapport cyclique).

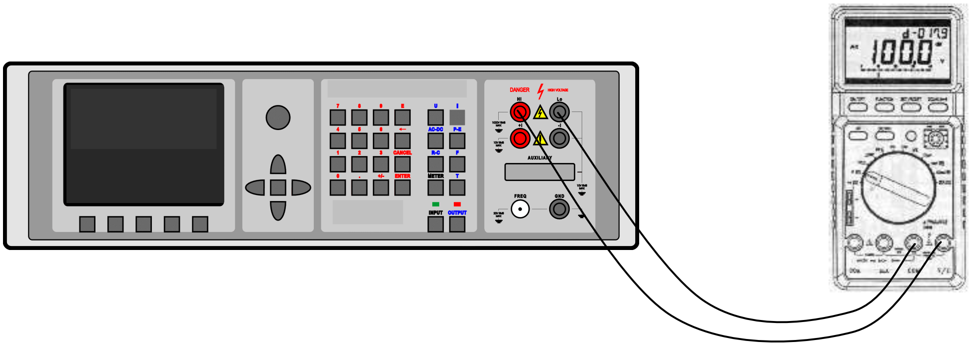
Gammes de tension

Grâce à sa faible impédance de sortie et son courant de sortie élevé, le calibrateur peut étalonner des voltmètres et millivoltmètres analogiques à faible impédance d'entrée. La sortie de tension est connectée aux bornes Hi/Lo. Le calibrateur ne permet pas l'étalonnage d'une connexion sur quatre fils.

Il n'est pas recommandé de connecter une charge non standard à la sortie de tension. Le calibrateur est conçu pour l'étalonnage des voltmètres. Les bornes de sortie doivent être chargées avec une impédance élevée et réelle. Bien que la sortie soit protégée par une électronique rapide et un microprocesseur, les charges à haute impédance ou capacité peuvent entraîner des oscillations des amplificateurs de sortie et endommager l'appareil.

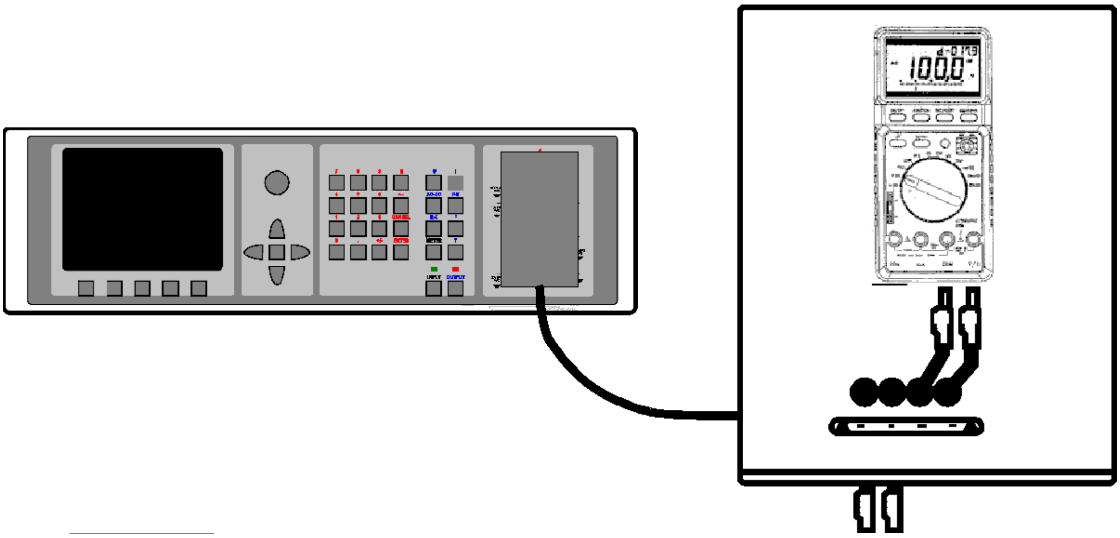
L'instrument à étalonner peut être branché soit directement sur les bornes du panneau avant, soit par l'adaptateur de câble Opt.140-01. Si la borne L de l'instrument à étalonner n'est pas mise à la terre, la borne Lo du calibrateur doit l'être (GND U ON, voir chapitre « Menu de configuration »).

Branchement d'un multimètre à étalonner (gamme de tension) aux bornes de sortie du calibrateur



Une courbe tronquée avec une distorsion définie peut être utilisée pour l'essai des multimètres

Connexion d'un multimètre à étalonner (gamme de tension) aux bornes de l'adaptateur de câble 140-01



Gammes de courant

Toutes les gammes de courant continu et alternatif sont connectées aux bornes +I/-I du calibrateur.

Si du courant provient des bornes de sortie +I et –I du calibrateur, les bornes +I et –I de l'adaptateur de câble 140-41 ne doivent pas être connectées en même temps !

En cas d'utilisation d'une sortie de courant sous charge élevée (10 à 20 A), la durée de l'exécution est limitée entre 0 et 60 s. La durée d'exécution est commandée par le microprocesseur en fonction du courant de consigne. L'utilisateur ne peut prolonger cette durée d'exécution. Si une durée supérieure est nécessaire, les bornes de sortie doivent être déchargées pendant un certain temps (1 min, par exemple) avant que la charge ne soit rétablie.

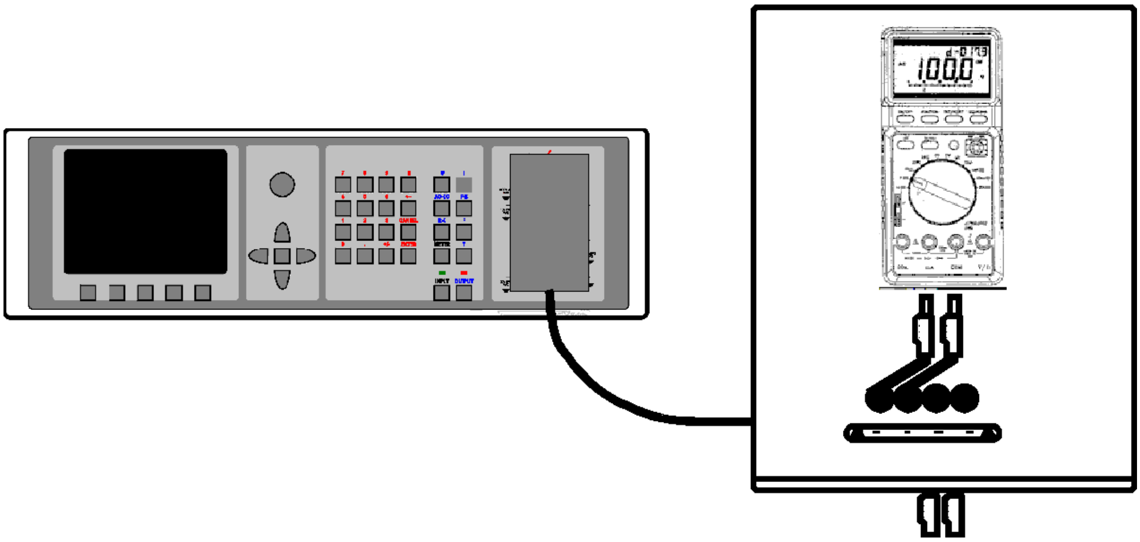
Lorsqu'un courant de 2 à 20 A est envoyé aux bornes de sortie, la tension de sortie ne doit pas dépasser 1,5 Veff environ. Si le courant induit des tensions supérieures sur la charge, le calibrateur déconnecte les bornes de sortie et affiche un message d'erreur.

Lorsque les ampèremètres sont étalonnés avec des courants supérieurs à 1 A, il est important de connecter correctement les bornes en portant son attention à la fois sur les bornes de sortie du calibrateur et sur les bornes d'entrée de l'instrument. Une résistance de contact excessive peut chauffer les bornes et provoquer des erreurs d'étalonnage. Une résistance de contact excessive et instable est caractérisée par sa non-linéarité et peut déformer le courant alternatif de sortie.

Il n'est pas recommandé de connecter une charge non standard à la sortie de courant. Le calibrateur est conçu pour l'étalonnage des ampèremètres. Les bornes de sortie doivent être chargées avec une impédance faible et réelle. Bien que la sortie soit protégée par une électronique rapide et un microprocesseur, les charges à haute impédance ou capacité peuvent entraîner des oscillations des amplificateurs de sortie et endommager l'appareil.

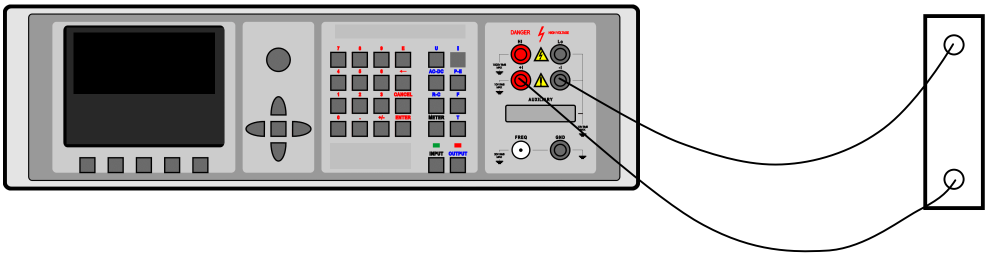
L'instrument à étalonner peut être branché soit directement sur les bornes du panneau avant, soit par l'adaptateur de câble Opt.140-01. Si la borne L de l'instrument à étalonner n'est pas mise à la terre, la borne -U (-I) du calibrateur doit l'être (GND U ON, GND I ON, voir chapitre « Menu de configuration »).

Branchement d'un multimètre à étalonner (gamme de courant) sur les bornes de sortie du calibrateur



La bobine en option peut porter la gamme de courant du calibrateur à 1 000 A. La bobine peut être utilisée pour l'étalonnage des ampèremètres à courant continu ou alternatif. Les pinces de l'ampèremètre doivent être positionnées de manière à former un angle de 90° avec la bobine. Lors de l'utilisation de la bobine, aucun objet en acier ou magnétique ne doit être présent à proximité (50 cm), car il déformerait le champ magnétique et provoquerait une erreur d'étalonnage importante.

Branchement de la bobine :



Bobine de courant
Opt. 130-50

Compteurs et oscilloscopes

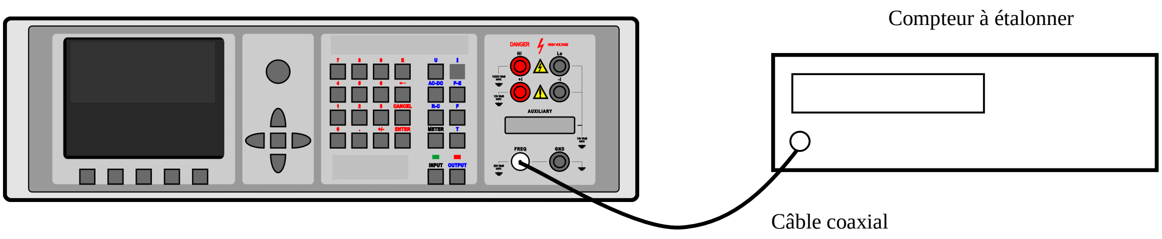
Le calibrateur peut être utilisé pour l'étalonnage de base des gammes de fréquence des multimètres et de compteurs simples. Le calibrateur comporte les fonctions suivantes :

- Étalonnage des fonctions de fréquence jusqu'à 20 MHz à l'aide d'un signal carré. Activez la fonction en appuyant sur la touche de mode directe F, puis en sélectionnant le mode HF. La fréquence peut être définie.
- Contrôle de la sensibilité d'entrée de 1 mV à 10 V jusqu'à 100 kHz. Activez la fonction en appuyant sur la touche de mode directe F, puis en sélectionnant le mode PWM. La fréquence, l'amplitude et le rapport cyclique peuvent être définis.

- Étalonnage de la période temporelle à l'aide d'un signal carré dont la période peut être réglée sur une valeur pouvant atteindre 10 s, avec un rapport cyclique sélectionnable. Activez la fonction en appuyant sur la touche de mode directe F, puis en sélectionnant le mode PWM. La fréquence, l'amplitude et le rapport cyclique peuvent être définis.

L'instrument à étalonner se branche sur le connecteur FREQ à l'aide d'un câble BNC ou à fiches bananes.

Connexion de la sortie de fréquence



Le calibrateur peut être utilisé pour l'étalonnage de base des oscilloscopes. Le calibrateur comporte les fonctions suivantes :

- Contrôle de la base de temps jusqu'à 20 MHz à l'aide d'un signal carré. Activez la fonction en appuyant sur la touche de mode directe F, puis en sélectionnant le mode HF. La fréquence peut être définie.
- Vérification de la sensibilité d'entrée d'un canal vertical entre 1 mV et 10 V jusqu'à 10 kHz. Activez la fonction en appuyant sur la touche de mode directe F, puis en sélectionnant le mode PWM. La fréquence, l'amplitude et le rapport cyclique peuvent être définis.
- Contrôle de la bande passante à l'aide d'un signal pouvant atteindre 20 MHz avec un temps de montée extrêmement bref (inférieur à 5 ns). Étalonnage de la période à l'aide d'un signal carré dont la période peut être réglée sur une valeur pouvant atteindre 10 s, avec un rapport cyclique sélectionnable. Activez la fonction en appuyant sur la touche de mode directe F, puis en sélectionnant le mode PWM. La fréquence peut être définie. Le retard du signal affiché à l'écran de l'oscilloscope est contrôlé.

L'oscilloscope à étalonner se branche sur le connecteur FREQ par un câble coaxial.

Mesure

Grâce à son multimètre incorporé, le calibrateur peut être utilisé pour un étalonnage de base de certaines sources de signaux électriques. Le tableau ci-dessous indique le type d'adaptateur nécessaire pour chaque mesure.

Applications et options nécessaires

Tension continue jusqu'à 12 V	Opt. 40 ou Opt 140-41
Courant continu jusqu'à 25 mA	Opt. 40 ou Opt 140-41
Fréquence d'impulsion jusqu'à 15 kHz	Opt. 40 ou Opt 140-41
Température par sonde TC externe	Opt. 140-41
Température par sonde RTD externe	Opt. 60 ou Opt.140-41
Grandeurs non électriques avec des capteurs à jauge de contrainte (force, pression, couple, etc.)	Opt. 140-41
Résistance jusqu'à 2 kΩ	Opt. 60 ou Opt. 140-41

Tension, courant et fréquence

La gamme de tension 10 V, la gamme de courant 20 mA, ainsi que des fréquences jusqu'à 15 kHz, peuvent être mesurées à l'aide du câble Opt. 40. La connexion est simple. Le câble est branché d'un côté sur le connecteur AUXILIARY du calibrateur et de l'autre (fiches bananes) sur l'objet mesuré. Lorsque vous établissez la connexion, observez la polarité et branchez la borne L du calibrateur à la borne L (commune) ou à la borne reliée à la terre de l'instrument de mesure. Pour activer la mesure, sélectionnez le mode de fonction approprié et appuyez sur INPUT pour mesurer la valeur d'entrée.

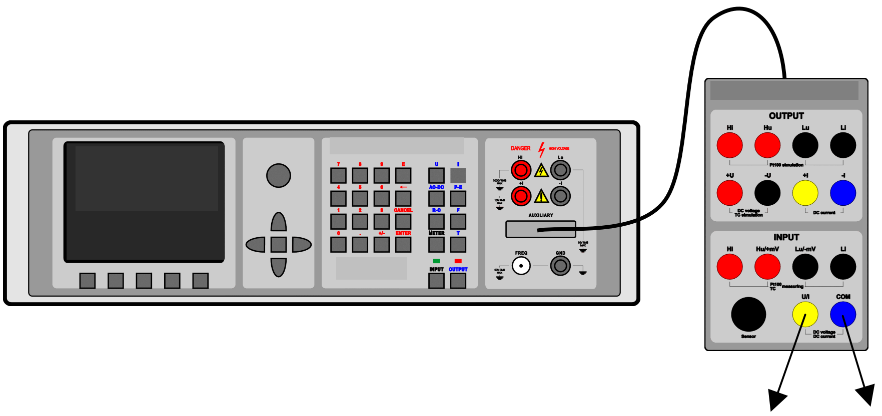
ATTENTION

Les bornes d'entrée du multimètre incorporé sont à potentiel flottant. La tension maximale entre les bornes d'entrée et le châssis est de 15 $V_{c\text{-}à\text{-}c}$. Un dépassement de cette valeur pourrait endommager le multimètre.

Si la gamme de mesure est dépassée, le calibrateur affiche un message d'erreur et déconnecte les bornes d'entrée en mode de mesure tension ou courant ou les laisse connectées dans tous les autres modes.

Si l'adaptateur de câble 140-41 est utilisé, le signal à mesurer est envoyé sur les bornes U/I–COM. COM est la borne commune du multimètre.

Connexion du multimètre lorsque sont mesurés la tension, le courant et la fréquence avec un adaptateur de câble Opt. 140-41



Le multimètre permet la mesure de faibles tensions continues entre 0 et 2 V. Un adaptateur de câble 140-41 est nécessaire. Le signal à mesurer est envoyé sur les bornes Hu/+mV et Lu/-mV. Lu/-mV est la borne commune du multimètre. Pour activer la mesure, sélectionnez le mode de fonction mVDC à l'aide de la touche METER dans le menu de la fonction, puis appuyez sur INPUT pour mesurer la valeur d'entrée.

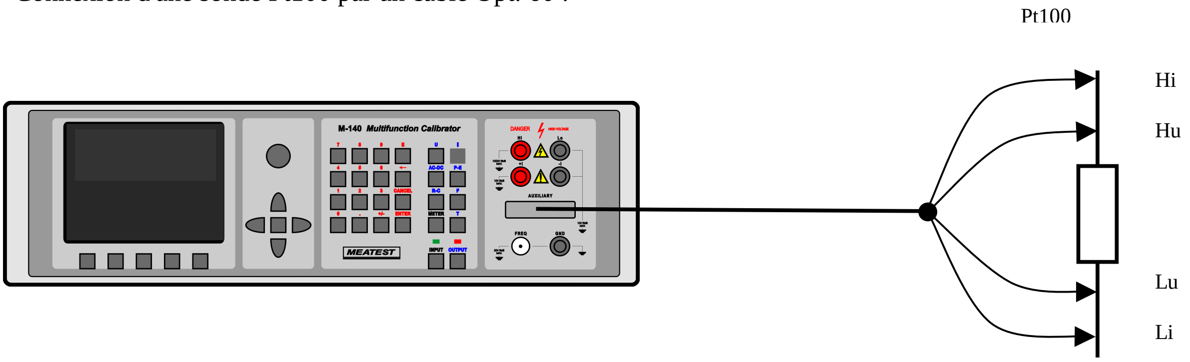
Mesure de la résistance ou de la température à l'aide de sondes RTD

La résistance ne peut être mesurée sur une connexion quatre fils qu'avec un câble Opt. 60. Ce câble comporte quatre fiches bananes libellées Hi, Hu, Lu et Li. Ces libellés ont les significations suivantes :

- Hi borne de courant H
- Hu borne de tension H
- Lu borne de tension L
- Li borne de courant L

Pendant la mesure de la résistance ou la mesure de la température par sondes RTD, les règles applicables aux connexions sur quatre fils doivent être respectées.

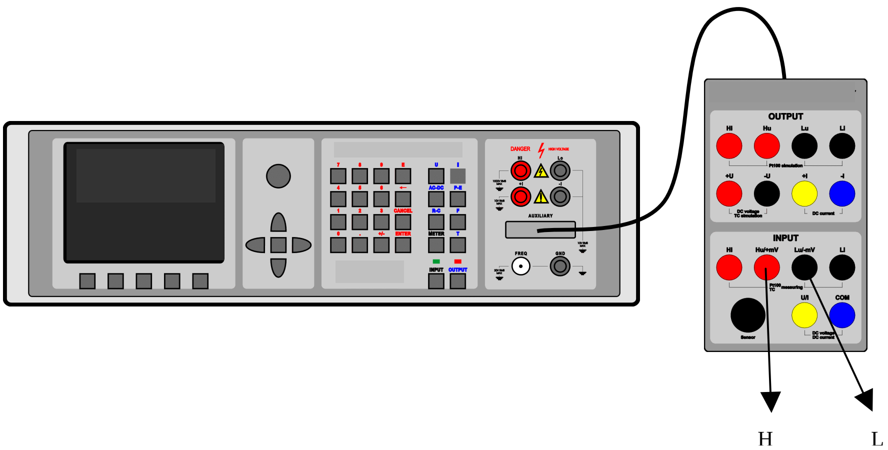
Connexion d'une sonde Pt100 par un câble Opt. 60 :



Mesure de la température à l'aide d'un thermocouple

Le multimètre incorporé permet de mesurer la température à l'aide d'un thermocouple externe. L'adaptateur 140-41 est nécessaire. Le thermocouple se branche sur les bornes Hu/+mV et Lu/-mV. La température de jonction froide doit être définie manuellement.
Pour activer la mesure, sélectionnez le mode de fonction T TC à l'aide de la touche METER du menu de la fonction et appuyez sur INPUT pour mesurer la valeur d'entrée.

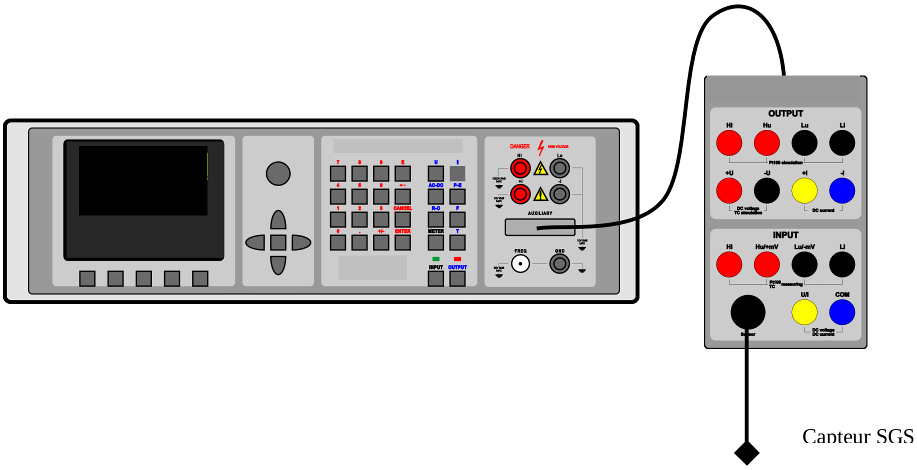
Connexion du thermocouple à l'adaptateur de câble 140-41 :



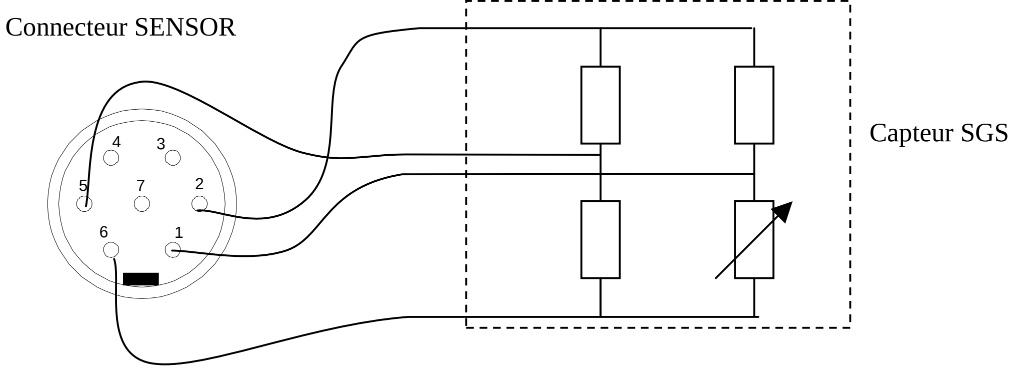
Capteurs à jauge de contrainte pour mesure de grandeurs non électriques

Le calibrateur peut mesurer des grandeurs non électriques à l'aide de jauges de contraintes montées en pont. Le pont est alimenté par une tension continue pouvant atteindre 15 V pendant que les faibles tensions continues entre les deux autres points du pont sont mesurées. Chaque capteur est caractérisé par une sensibilité calibrée de la sortie de tension à la valeur non électrique.

Un adaptateur de câble 140-41 équipé d'un connecteur à 7 broches libellé SENSOR est nécessaire. L'illustration représente la connexion du capteur au calibrateur.



Connexion du capteur au connecteur SENSOR



Description des broches du connecteur SENSOR :

1 Signal de tension	sortie du pont
2 Alimentation	alimentation + du pont
3 Non connectée	
4 Non connectée	
5 Signal de tension	sortie du pont
6 Alimentation du pont	alimentation - du pont
7 Blindage	

Essai des régulateurs / instruments de mesure et unités d'évaluation

Le calibrateur peut être utilisé pour étalonner et essayer divers instruments et régulateurs qui doivent être alimentés par un signal précis et dont la réponse (signal électrique) doit être mesurée.
Deux méthodes de connexion peuvent être utilisées, chacune d'elle avec des fonctions, des grandeurs fournies et des gammes de mesure différentes.
Le mode simultané ne peut être utilisé que si un adaptateur de câble Opt 40, 60 ou 140-41 est branché sur la borne AUXILIARY. Le mode simultané ne peut être activé si aucun adaptateur n'est connecté.

Utilisation de l'adaptateur de câble Opt. 140-41

Cet adaptateur permet une pleine utilisation des fonctions du multimètre incorporé. Il peut être utilisé pour l'étalonnage d'objets nécessitant la simulation d'une température ou d'autres signaux de capteurs de grandeurs non électriques ou la production de faibles tensions continues à l'entrée ainsi que la mesure de sorties standard (boucle de courant, tension standard) à la sortie.

Avec l'adaptateur 140-41, l'option OUTPUT 140-41 doit être définie dans le menu Setup. Cette fonction sélectionne les bornes de sortie du calibrateur. Si l'option OUTPUT 140-41 est réglée sur PANEL, la sortie du calibrateur est envoyée sur les bornes du panneau avant, et non sur l'adaptateur. Si cette option est réglée sur AUX, les signaux de sortie sont envoyés sur l'adaptateur (et non sur les bornes du panneau avant). Le chapitre « Multimètre / Fonction simultanée » indique les limites et les gammes de fonctions.

Si l'adaptateur 140-41 est utilisé pour l'étalonnage simultané et si l'option OUTPUT 140-41 est réglée sur AUX, il est possible de définir les gammes d'émission et de mesure suivantes :

Générateur	
DCV	0 – 20 V
DCI	0 – 20 mA
Résistance	0 – 50 MΩ
Simulation de sonde RTD	Pt 1,385, Pt 1,392, Ni
Simulation de sonde TC	K, N, R, S, B, J, T, E
Instrument de mesure	
DCV	0 – 12 V
mVDC	0 – 2 V
DCI	0 – 25 mA
Résistance	0 – 2 kΩ
Fréquence	1 – 15 kHz

Si l'adaptateur 140-41 est utilisé pour l'étalonnage simultané et si l'option OUTPUT 140-41 est réglée sur PANEL, il est possible de définir les gammes de grandeurs fournies et de mesure suivantes :

Générateur	
DC/AC V	0 – 1 000 V
DC/ AC I	0 – 20 A
Résistance	0 – 50 MΩ
Simulation de sonde RTD	Pt 1,385, Pt 1,392, Ni
Simulation de sonde TC	K, N, R, S, B, J, T, E
Fréquence	0,1 – 20 MHz
Puissance / Énergie	0,2 – 240 V / 0.2 – 20 A
Instrument de mesure	
DCV	0 – 12 V
mVDC	0 – 2 V
DCI	0 – 25 mA
Résistance	0 – 2 kΩ
Fréquence	1 – 15 kHz

Lorsque l'adaptateur 140-41 est connecté, seuls des signaux harmoniques sont générés (la fonction SHAPE est inactive).

Utilisation de l'adaptateur de câble Option 40/60

Le câble Opt. 40 prend en charge le mode simultané : mesure de la tension jusqu'à 12 V, du courant jusqu'à 25 mA et de la fréquence jusqu'à 15 kHz. Le câble Opt. 60 est conçu pour la mesure sur quatre fils de la résistance ou de la température avec sondes RTD. Les gammes d'émission sont les mêmes que lorsque l'adaptateur de câble 140-41 est utilisé.

Utilisation de l'adaptateur Option 70

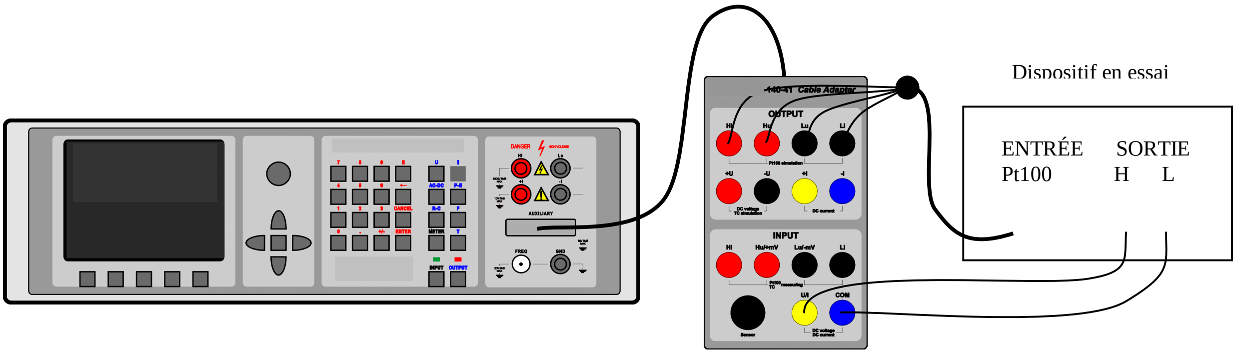
L'adaptateur est destiné à la production de valeurs de résistance sur quatre fils et à la simulation de sondes RTD sur quatre fils. Cet adaptateur peut être utilisé pour le réétalonnage de la fonction résistance du calibrateur. Les gammes de résistance sont les mêmes que celles sur deux fils avec sortie sur les bornes Hi – Lo du panneau avant. Lorsque l'adaptateur Option 60 est utilisé, la sortie de résistance est présente uniquement sur les bornes de sortie de ce dernier. Les bornes Hi – Lo du panneau avant sont déconnectées.
Lorsque l'adaptateur Option 60 est utilisé, la valeur de résistance définie est envoyée en permanence à ses bornes de sortie. L'état du bouton marche/arrêt n'affecte pas la connexion ou la déconnexion de la résistance.

Exemples de tests

Exemples d'applications

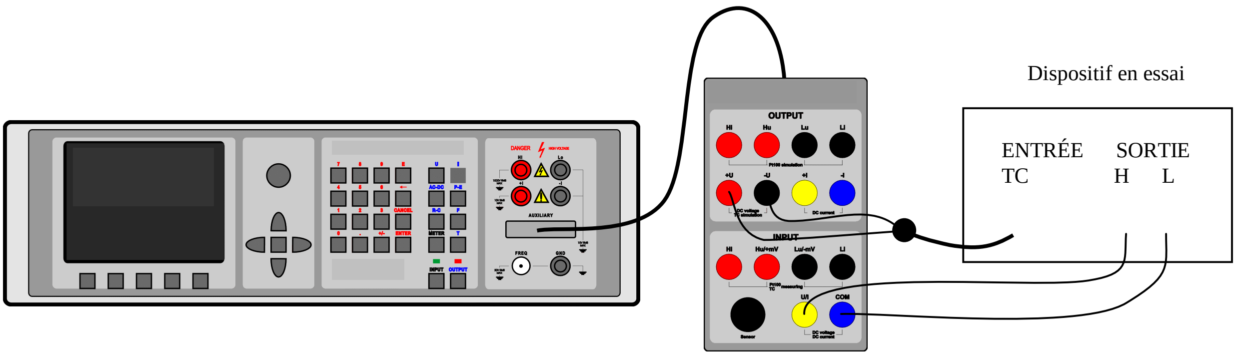
Génération	Mesure	Application
Pt 100	10 V / 20 mA/f	Étalonnage des unités d'évaluation de température, réglage des régulateurs de température
TC	10 V / 20 mA/f	Étalonnage des unités d'évaluation de température, réglage des régulateurs de température
Fréquence	10 V / 20 mA	Réglage / étalonnage des instruments de mesure de l'énergie
Résistance	10 V / 20 mA	Mesure des ponts de mesure de résistance

1. Étalonnage de thermomètres industriels avec sonde Pt100 et sortie 20 mA / 10 V :



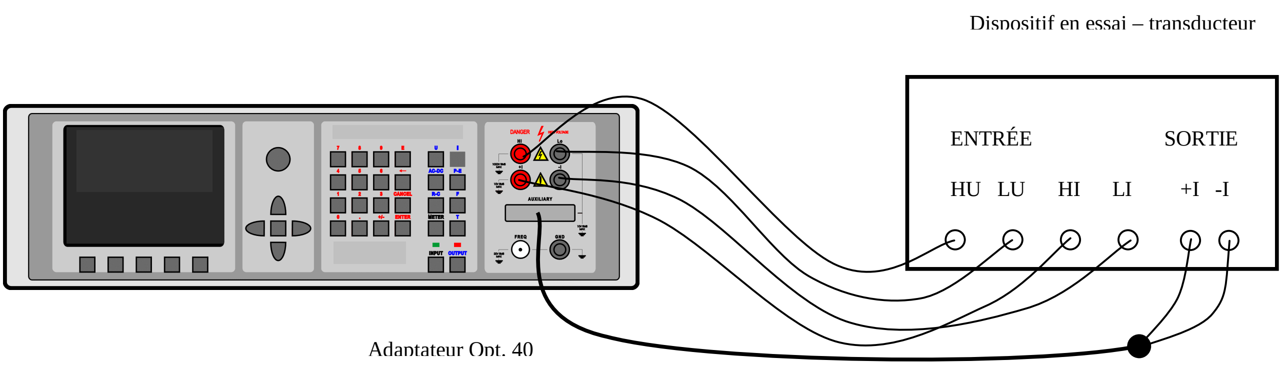
Configuration de la fonction :	Calibrateur	fonction T RTD OUTPUT 140-41 ON
	Multimètre	DCV ou DCI selon le type de signal de sortie de l'unité en essai
	Adaptateur	Opt. 140-41

2. Étalonnage de thermomètres industriels avec sonde à thermocouple et fréquence de sortie :



Configuration de la fonction :	Calibrateur	fonction T TC OUTPUT 140-41 ON
	Multimètre	F
	Adaptateur	Opt. 140-41

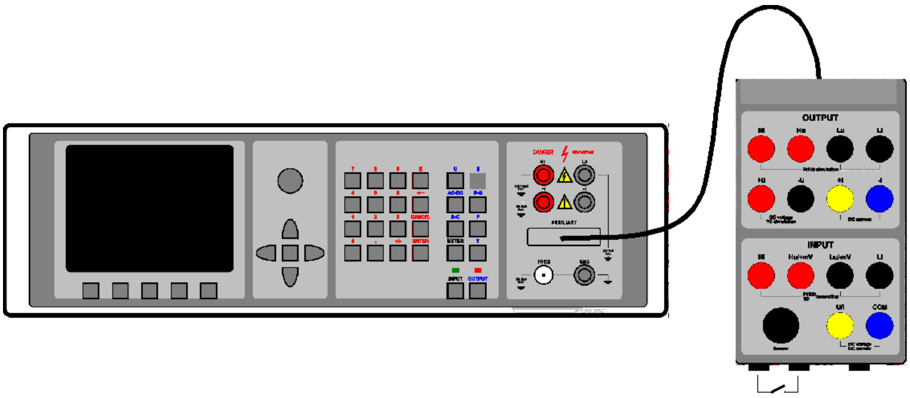
3. Étalonnage d'un transducteur monophasé « puissance électrique / boucle de courant »



Configuration de la fonction :	Calibrateur	Fonction P (tension, courant, facteur de puissance, fréquence)
	Multimètre	DCI
	Adaptateur	Opt. 40

Essais

Lorsque le calibrateur est utilisé comme testeur, les résultats des tests (PASS/FAIL) peuvent être utilisés pour trier des grandeurs, par exemple. Les contacts du relais sont connectés au panneau avant de l'adaptateur 140-41 par des bornes noires de ∅ 4 mm. Le paramétrage de base du relais, qui s'effectue dans le menu SETUP, s'applique à tous les programmes de tests.



Spécifications

Les incertitudes comprennent la stabilité à long terme, le coefficient de température, la linéarité, la régulation par rapport à la charge et à la ligne et la traçabilité des normes d'étalonnage de l'usine et nationales. La précision spécifiée s'applique après une heure de préchauffage à une température de 23 ± 2 °C. La précision spécifiée est d'un an.

Calibrateur

Tension

gamme totale tension continue :	0 µV - 1 000 V
gamme totale tension alternative :	1 mV – 1 000 V
gammes internes :	20 mV, 200 mV, 2 V, 20 V, 240 V, 1 000 V
gamme de fréquence :	20 Hz à 50 kHz au-dessous de 20 V
	20 Hz à 10 kHz au-dessous de 200 V
	20 Hz à 1 000 Hz au-dessous de 1 000 V

Incertitude tension continue

gamme	*% valeur +% gamme*	*courant maxi mA*
0 µV – 20 mV	0,03 + 0,0 + 10 µV	5
20 mV – 200 mV	0,01 + 0,0 + 15 µV	5
200 mV – 2 V	0,003 + 0,0008	30
2 V – 20 V	0,003 + 0,005	30
20 V – 240 V	0,003 + 0,005	30
240 V – 1 000 V	0,005 + 0,005	2

*[2] La valeur de la gamme est de 200 V pour le calcul de l'incertitude

Incertitude de la tension alternative

gamme	*% valeur +% gamme*	*courant maxi. mA*	*% valeur +% gamme*	*courant maxi. mA*
	20 Hz – 10 kHz	***20 Hz – 10 kHz***	***10 kHz – 50 kHz***	***10 kHz – 50 kHz***
1 mV – 20 mV	0,2 + 0,05 + 20µV	5	0,20 + 0,10 + 20 µV	5
20 mV – 200 mV	0,1 + 0,03+ 20µV	5	0,15 + 0,05 + 20 µV	5
200 mV – 2 V	0,025 + 0,005	30	0,05 + 0,01	10
2 V – 20 V	0,025 + 0,005	30	0,05 + 0,03	10
20 V –240 V*[2]	0,025 + 0,010	30	- -	
240 V – 1 000 V	0,03 + 0,02 *[1]	2	- -	

*[1] Valide pour f < 1 000 Hz
*[2] La valeur de la gamme est de 200 V pour le calcul de l'incertitude, la fréquence est limitée à 1 KHz dans la gamme 200 à 240 V.

gamme	*% valeur +% gamme*	*courant maxi. mA*
	50 kHz – 100 kHz	***50 kHz – 100 kHz***
1 mV – 20 mV	1,0 + 0,10 + 20 µV	3
20 mV – 200 mV	0,3 + 0,05 + 20 µV	3
200 mV – 2 V	0,2 + 0,05	5
2 V – 20 V	0,2 + 0,05	5
20 V – 240 V	- -	
240 V – 1 000 V	- -	

Paramètres auxiliaires

gamme	*20 mV*	*200 mV*	*2 V*	*20 V*	*200 V*	*1000 V*
THD*[2] *[3]	0,05 % + 200 uV	0,05 % + 300 uV	0,05 %	0,05 %	0,05 %	0,2 %
impédance de sortie	< 10 mΩ	< 10 mΩ	< 10 mΩ	< 10 mΩ	< 100 mΩ	< 100 mΩ
charge capacitive maxi.	500 pF	500 pF	500 pF	500 pF	300 pF	150 pF

*[2] Ce paramètre inclut la distorsion non linéaire et le bruit non harmonique
*[3] Valide pour des fréquences jusqu'à 10 kHz

Forme de la fonction

gamme de tension : 1 mV à 200 V
forme de courbe : carrée, positive, négative, symétrique, rampe A, rampe B, triangle sinusoïde tronquée avec THD 13,45 %
incertitude valeur de crête : 0,3 % + 50 uV
valeurs affichées : crête, efficace
La fréquence minimale est de 0,1 Hz pour les signaux carrés et de 20 Hz pour tous les autres.

Courant

gamme totale du courant continu : 0 – 20 A (jusqu'à 1 000 A avec bobine 140-50)
gamme totale du courant alternatif : 1 µA – 20 A (jusqu'à 1 000 A avec bobine 140-50)
gammes internes : 200 µA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A, 20 A
gamme de fréquence : 20 Hz à 5 kHz en dessous de 200 mA
20 Hz à 1 000 Hz en dessous de 20 A

Incertitude du courant continu

gamme	*% valeur +% gamme*	*tension maxi. V*
0 µA – 200 µA	0,05 + 0,0 + 20 nA	3
200 µA – 2 mA	0,02 + 0,005	3
2 mA – 20 mA	0,01 + 0,003	3
20 mA – 200 mA	0,01 + 0,003	3
200 mA – 2 A	0,015 + 0,005	3
2 A – 20 A	0,02 + 0,010	1,5

Incertitude du courant alternatif

gamme	***% valeur +% gamme***	***tension maxi. Vef***	***% valeur +% gamme***	***tension maxi. Vef***
	20 Hz – 1 kHz		***1 kHz – 5 kHz***	
1 µA – 200 µA	0,15 + 0,0 + 20 nA	3	0,30 + 0,10 + 20 nA	3
200 µA – 2 mA	0,07 + 0,01	3	0,20 + 0,05	3
2 mA – 20 mA	0,05 + 0,005	3	0,20 + 0,05	3
20 mA – 200 mA	0,05 + 0,005	3	0,20 + 0,05	3
200 mA – 2 A	0,05 + 0,005	3	- -	- -
2 A – 20 A	0,10 + 0,03	1,5	- -	- -

gamme	***% valeur +% gamme***	***tension maxi. Vef***
	5 kHz – 10 kHz	
1 µA – 200 µA	- -	- -
200 µA – 2 mA	0,50 + 0,07	2
2 mA – 20 mA	0,50 + 0,07	2
20 mA – 200 mA	0,50 + 0,07	2
200 mA – 2 A	- -	- -
2 A – 20 A	- -	- -

Avec la bobine option 130-50, 140-50, ajoutez une incertitude de 0,3 % du courant de consigne à la valeur spécifiée dans le tableau ci-dessus. Le courant de sortie est multiplié par un facteur 50.

Paramètres auxiliaires

gamme	***200 uA***	***2 mA***	***20 mA***	***200 mA***	***2 A***	***10 A***
charge inductive maximale	400 uH	400 uH	400 uH	400 uH	200 uH	100 uH
THD[*1]	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %

[*1] Ce paramètre inclut la distorsion non linéaire et le bruit non harmonique

Forme de la fonction

gamme de courant : 100 uA à 2 A
forme de courbe : carrée, positive, négative, symétrique, rampe A, rampe B, triangle sinusoïde tronquée avec THD 13,45 %
incertitude de la valeur de crête : 0,3 % + 500 nA

valeurs affichées : crête, efficace
La fréquence minimale est de 0,1 Hz pour les signaux carrés et de 20 Hz pour tous les autres.

Résistance

gamme totale : 0 Ω à 50 MΩ

Incertitude de la résistance

gamme de résistance	*incertitude de la valeur [%]*	*gamme de courant*
0 Ω – 100 Ω	0,03 + 10 mΩ	1 mA – 40 mA
100 Ω – 400 Ω	0,015	400 µA – 20 mA
400 Ω – 2 kΩ	0,015	100 µA – 4 mA
2kΩ – 10 kΩ	0,015	20 µA – 1 mA
10 kΩ – 40 kΩ	0,015	4 µA – 200 µA
40 kΩ – 200 kΩ	0,015	1 µA – 40 µA
200kΩ – 1 MΩ	0,05	0,2 µA – 10 µA
1 MΩ – 4 MΩ	0,1	40 nA – 2 µA
4 MΩ – 20MΩ	0,2	10 nA – 500 nA
20 MΩ – 50MΩ	0,5	4 nA – 150 nA

La tension maximale admise sur les bornes de sortie est de 8 $V_{c\text{-}à\text{-}c}$. L'incertitude s'applique à la connexion sur quatre bornes des adaptateurs de câbles Option 70 et Option 140-41. Pour une connexion sur deux fils des bornes Hi-Lo du panneau avant, ajoutez une valeur voisine de +10 mΩ à l'incertitude spécifiée.

Capacité

gamme totale : 0,9 nF à 50 µF

Incertitude de la capacité

gamme	*incertitude de la valeur [%]*	*fréquence maxi.*
900 pF – 2,5 nF	0,5 + 15 pF	1 000 Hz
2,5 nF – 10 nF	0,5 + 5 pF	1 000 Hz
10 nF – 50 nF	0,5	1 000 Hz
50 nF – 250 nF	0,5	1 000 Hz
250 nF – 1 µF	0,5	500 Hz
1 µF – 2,5 µF	1	300 Hz
2,5 µF – 5 µF	1	300 Hz
5 µF – 10 µF	1,5	300 Hz
10 µF – 50 µF	2,0	300 Hz

La tension maximale admise sur les bornes de sortie est de 8 $V_{c\text{-}à\text{-}c}$.

Puissance / Énergie alternative et continue

gamme totale de la tension : 0,2 V à 240 V
courant admissible pour la sortie de tension : dépend de la gamme de tension
gamme totale de courant : 2 mA à 10 A
tension maximale sur la sortie de courant : dépend de la gamme de courant
gamme de puissance : 0,0004 à 2,4 kVA
gamme de période temporelle : 1,1 s à 1 999 s
gamme de fréquence : CC, 40 Hz à 400 Hz

Incertitude de la TENSION CONTINUE
Voir table de l'incertitude de la tension continue.

Incertitude du COURANT CONTINU

gamme	*% valeur +% gamme*	*tension maxi. **[V]***
2 mA – 20 mA	0,05 + 0,010	3
20 mA – 200 mA	0,05 + 0,005	3
200 mA – 2 A	0,05 + 0,005	3
2 A – 10 A	0,05 + 0,010	1,5

Incertitude de la PUISSANCE CONTINUE
L'incertitude de la puissance continue peut être calculée selon la formule suivante :

$$d\,P = \sqrt{(\,dU^2 + dI^2 + 0{,}01^2\,)}\ [\%]$$

où dP est l'incertitude de la puissance de sortie [%]
dU l'incertitude de la tension de consigne [%]
dI l'incertitude du courant de consigne [%]

Incertitude de l'ÉNERGIE CONTINUE
Dépend des valeurs de tension, de courant et de temps. La meilleure incertitude est 0,016 %.

Incertitude de la tension alternative
Voir tableau de l'incertitude de la tension alternative.

Incertitude du COURANT ALTERNATIF

gamme	*% valeur +% gamme*	*tension maxi.* ***[V]***
2 mA – 20 mA	0,05 + 0,010	3
20 mA – 200 mA	0,05 + 0,005	3
200 mA – 2 A	0,05 + 0,005	3
2 A – 10 A	0,05 + 0,010	1,5

Incertitude de la PHASE

gamme de fréquence [Hz]	***incertitude de la phase dφ [°]***
40 – 200	0,15
200 – 400	0,25

Incertitude de la PUISSANCE ALTERNATIVE
L'incertitude de la puissance alternative peut être calculée selon la formule suivante :

puissance active $d\,P = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^2 + 0{,}03^2)}$ [%]
puissance réactive $d\,P = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^{*2} + 0{,}03^2)}$ [%]
puissance apparente $d\,P = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0{,}03^2)}$ [%]

où dP est l'incertitude de la puissance [%]
dU l'incertitude de la tension de consigne [%]
dI l'incertitude du courant de consigne [%]
dPF l'incertitude du facteur de puissance (cosφ) [%]

dPF se calcule selon la formule suivante :

$dPF = (1 - \cos(\varphi + d\varphi)/\cos\varphi) * 100$ [%]

où φ est le décalage de phase défini entre les sorties de tension et de courant
dφ est l'incertitude du décalage de phase ci-dessus

dPF* est l'incertitude de sinφ [%]

dPF* se calcule selon la formule suivante :

$dPF^* = (1 - \sin(\varphi + d\varphi)/\sin\varphi) * 100$ [%]

Exemple :
Paramètres définis : U = 100 V, I = 10 A, cos φ = 0,5, f = 50 Hz, valeur affichée de la puissance active en W
Incertitude de la tension de sortie : dU = 0,025 % valeur + 0,010 % gamme = 0,045 %
Incertitude du courant de sortie : dI = 0,10 % valeur + 0,03 % gamme = 0,7 %
Incertitude due au décalage de phase défini : PF 0,5 correspond à un décalage de phase de 60°
dPF = (1 – cos (60+0,15)/cos 60) * 100 = (1 – 0,4977/0,5) * 100 = 0,45 %
Incertitude de la puissance de sortie : $dP = \sqrt{(0{,}045^2 + 0{,}7^2 + 0{,}45^2 + 0{,}03^2)} = 0{,}95$ %

FACTEUR DE PUISSANCE (PF)
gamme : 1,0 à +1,0

L'incertitude du PF peut être calculée pour toute valeur de consigne de la tension de sortie, du courant et du facteur de puissance à partir de la formule suivante :

$$dPF = (1 - \cos(\varphi + d\varphi)/\cos \varphi) * 100 \quad [\%]$$

où φ est le décalage de phase défini entre la tension et le courant
$d\varphi$ est l'incertitude du décalage de phase défini selon le tableau ci-dessus

Incertitude de l'ÉNERGIE ALTERNATIVE
Dépend de la valeur de consigne de la tension, du courant, du temps et du PF. La meilleure incertitude est 0,07 % pour l'énergie apparente.

Fréquence

gamme totale : 0,1 Hz à 20 MHz
incertitude de la fréquence : 0,005 %
sortie : connecteur BNC situé sur le panneau avant
modes :
- sortie en onde carrée PWM avec rapport cyclique, fréquence et amplitude calibrés
- sortie en onde carrée HF avec fréquence et amplitude calibrée

Mode PWM
gamme de fréquence : 0,1 Hz à 100 kHz
gamme de tension : 1 mV à 10 V
gamme de rapport cyclique : 0,01 à 0,99
forme de courbe : carrée, symétrique – positive – négative
incertitude du rapport cyclique : 0,05 %

Incertitude de l'amplitude

gamme	*% valeur +% gamme*
1 mV – 20 mV	0,2 + 50 µV
20 mV – 200 mV	0,1 + 50 µV
200 mV – 2 V	0,1
2 V – 10 V	0,1

Mode HF
gamme de fréquence : 0,1 Hz à 20 MHz
impédance de sortie : 50 Ω
forme de courbe : onde carrée symétrique, rapport cyclique de 1:1
amplitude : 4 $V_{c\text{-}à\text{-}c}$
gamme d'amplitude de sortie : 0, -10, -20, -30 dB +/- 1 dB
incertitude de l'amplitude : 10 %
temps de montée / descente : < 3 ns

Simulation des capteurs de température

échelle de température : ITS 90, PTS 68
types de capteurs : RTD, TC

A. Sondes RTD (résistances)

types : Pt 1,385, Pt 1,392, Ni
gamme de réglage de R0 : 20 Ω à 2 kΩ
gamme de température : -200 à +850 °C
incertitude de la température : 0,04 °C à 0,5 °C (voir tableau ci-dessous)

Gammes et incertitudes de la simulation de sonde RTD

type	gamme –200 – 250 °C	gamme 250 – 850 °C
Pt100	0,1 °C	0,3 °C
Pt200	0,1 °C	0,2 °C
Pt1000	0,2 °C	0,4 °C
Ni100	0,07 °C [*1]	- -

[*1] Valide dans la gamme –60 à +180 °C.

Les incertitudes indiquées dans le tableau sont les incertitudes maximales de la simulation de sonde RTD. L'incertitude réelle de chaque valeur de consigne de température simulée est déterminée par l'incertitude de la résistance correspondante. L'incertitude réelle de la température s'affiche sur l'écran du calibrateur. Les incertitudes réelles sont toujours inférieures à celles indiquées dans le tableau ci-dessus.

B. Sondes TC :

types : K, N, R, S, B, J, T, E
gamme de température : -250 à +1 820 °C selon le type
incertitude de la température : 0,4 à 4,3 °C (voir tableau ci-dessous)

Gammes et incertitudes de la simulation de sonde TC (fonction AUTOCAL réglée sur ON)

R	gamme [°C]	50 – 0	0 – 400	400 – 1000	1000 – 1767
	incertitude [°C]	3,2	2,1	1,4	1,7
S	gamme [°C]	50 – 0	0 – 250	250 – 1400	1400 – 1767
	incertitude [°C]	2,7	2,1	1,7	2,0
B	gamme [°C]	400 – 800	800 – 1000	1000 – 1500	1500 – 1820
	incertitude [°C]	2,8	1,8	1,6	1,8
J	gamme [°C]	-210 – -100	-100 – 150	150 – 700	700 – 1200
	incertitude [°C]	0,9	0,5	0,6	0,7
T	gamme [°C]	-200 – -100	-100 – 0	0 – 100	100 – 400
	incertitude [°C]	0,9	0,5	0,4	0,4
E	gamme [°C]	-250 – -100	-100 – 280	280 – 600	600 – 1000
	incertitude [°C]	1,6	0,4	0,5	0,5
K	gamme [°C]	-200 – -100	-100 – 480	480 – 1000	1000 – 1372
	incertitude [°C]	1,0	0,6	0,7	0,8
N	gamme [°C]	-200 – -100	-100 – 0	0 – 580	580 – 1300
	incertitude [°C]	1,2	0,7	0,6	0,8

Les incertitudes indiquées dans le tableau sont les incertitudes maximales de la simulation de sonde TC. L'incertitude réelle de chaque valeur de consigne de température simulée est déterminée par l'incertitude de la résistance correspondante. L'incertitude réelle de la température s'affiche sur l'écran du calibrateur. Les incertitudes réelles sont toujours inférieures à celles indiquées dans le tableau ci-dessus.

Multimètre

Mesure : tension continue
courant continu
résistance, température
capteurs à jauge de contrainte

Gammes et incertitudes

fonction	*gamme totale*	*incertitude (%)*	*résolution/gamme*
Tension continue – DCV *1	0 à +/-12 V	0,01 % + 300 µV	100 µV / 10 V
Tension continue – mVDC *1	0 à +/-2 V	0,02 % + 7 µV	20 mV / 100 nV, 200 mV / 1 uV, 2 V / 10 uV
Courant continu *1	0 à +/-25 mA	0,015 % + 300 nA	100 nA / 20 mA
Fréquence	1Hz à 15kHz	0,005	10 µHz – 0,1 Hz
Résistance *2	0 à 2,5 k Ω	0,02 % + 10 m Ω	20 Ω / 1 mΩ, 200 Ω / 1 mΩ, 2 kΩ / 10 mΩ
Température – sonde Pt	-200 à +850 °C *3	0,1 °C	0,1 °C
Température – sonde TC	-250 à +1 820 °C	voir tableau	0,01 °C
Capteurs à jauge de contrainte *4	dépend du capteur	0,05 % + 10 µV + incertitude du capteur	

*1 Les incertitudes sont valides après correction du ZÉRO dans le mode défini

*2 Mesure de courant 1 mA

*3 Pour une sonde Pt 1000, la température maximale est 350 °C

*4 Tension d'alimentation : 2 à 10 Vcc, asymétrique
Courant maxi. : 40 mA
Résistance d'entrée : min. 10 MΩ
Sensibilité : réglable dans une gamme de 0,5 mV à 100 mV /V
Unité affichée : définie par l'utilisateur

Gammes et incertitudes de mesure de la température avec une sonde TC

R	gamme [°C]	-50 – 0	0 – 400	400 – 1 000	1 000 – 1 770
	incertitude [°C]	2,5	1,5	1,0	1,2
S	gamme [°C]	-50 – 0	0 – 250	250 – 1 400	1 400 – 1 770
	incertitude [°C]	2,0	1,6	1,1	1,3
B	gamme [°C]	400 – 800	800 – 1 000	1 000 – 1 500	1 500 – 1 820
	incertitude [°C]	2,0	1,3	1,2	1,1
J	gamme [°C]	-210 – -100	-100 – 150	150 – 700	700 – 1 200
	incertitude [°C]	0,7	0,4	0,4	0,6
T	gamme [°C]	-200 – -100	-100 – 0	0 – 100	100 – 400
	incertitude [°C]	0,8	0,5	0,4	0,4
E	gamme [°C]	-250 – -100	-100 – 280	280 – 600	600 – 1 000
	incertitude [°C]	1,1	0,4	0,4	0,5
K	gamme [°C]	-200 – -100	-100 – 480	480 – 1 000	1 000 – 1 372
	incertitude [°C]	0,8	0,4	0,6	0,8
N	gamme [°C]	-200 – -100	-100 – 0	0 – 580	580 – 1 300
	incertitude [°C]	0,9	0,5	0,5	0,8

Fonction de tri

Sortie GO/NG : contacts 1 x travail, 1 x repos, 50 $V_{c\text{-}à\text{-}c}$ / 100 mA
Déclenchement : externe, interne, manuel

Données générales

Temps de préchauffage :	1 heure	
Plage de températures de travail :	23 ± 10 °C, humidité <80 %	
Température de référence :	23 ± 2 °C	
Dimensions :	450 x 480 x 150 mm	
Poids net :	23 kg	
Ligne d'alimentation :	115 - 220/230 V – 50/60 Hz	
Puissance consommée :	45 VA à vide maxi. 150 VA à pleine charge	
Classe de sécurité :	I selon EN 1010-1	
Fusibles externes utilisés :	F4L250V	1
Fusibles internes utilisés :	F1.6L250V	3
	F200mL250V	2
	F2.5L250V	2

Accessoires

Accessoires de base (fournis à la livraison)

• Cordon d'alimentation		1
• Manuel de l'utilisateur		1
• Rapport d'essai		1
• Fusibles de rechange		2
• Câbles d'essai 1 000 V/20 A, 1 m		2
• Option 40	Adaptateur de câble Canon 25/2 x BANANE, 1 m	1
• Option 60	Adaptateur de câble Canon 25/4 x BANANE, 1 m	1
• Option 70	Adaptateur pour production de résistance sur quatre bornes	1
• Câble RS	Câble RS-232	1

Options (à commander séparément)

- 130-50 Bobine de courant 50 spires
- 140-01 Adaptateur de câble pour étalonnage de multimètres
- 140-02 Jeu de câbles
- 140-41 Adaptateur de câble pour étalonnage/mesure simultanés
- Option 10 Câble de sortie 20 A / 1 000 V (noir)
- Option 11 Câble de sortie 20 A / 1 000 V (rouge)
- Option 20 Câble de sortie BNC/BNC
- Option 30 Câble de sortie BNC/BANANE
- Option 40 Câble de sortie D-SUB25/2xBANANE, 1 m
- Option 60 Câble de sortie D-SUB25/4xBANANE, 1 m
- Câble GPIB IEEE488/IEEE488, 2 m
- Câble RS Câble RS-232 pour connexion à PC
- WinQbase Logiciel d'étalonnage d'instrument

Content

Basic Information

CX 1651 Multifunction Calibrator is a multifunction calibrator-tester, to be used primarily as a standard for calibration laboratories. It can be used for calibration of any measuring instrument which measures voltage, current, resistance, capacitance and frequency. It generates fixed non-harmonic signals to allow calibration of measuring instruments using signals with non-zero harmonic distortion. Frequency, amplitude and duty cycle of output signal can be adjusted. CX 1651 Multifunction Calibrator is also suitable for basic calibration of oscilloscopes.

The calibrator includes a function which simulates resistance and thermocouple temperature sensors and a built-in multimeter, which can be used simultaneously. Transducers of various types, regulators and sensing units can be therefore checked without the need for additional measuring instruments.
Programmable functions of the calibrator, when used as a tester, include programming of a 10-step testing procedure, which completes automatically and displays a PASS/FAIL information in the end. This feature is linked to an independent relay output, which allows the control of other equipment.

Basic features of the calibrator include: generation of calibrated DC and AC voltage in the range of 0 μV to 1000 V, DC and AC current in the range of 0 μA to 20 A (50 μA to 1000 A when using a 50-turn coil). Maximum precision of the calibrator is 0.0035 % for DC voltage, 0.03 % for AC voltage, 0.013 % for DC current and 0.055 % for AC current. Maximum frequency range is 20 Hz to 50 kHz. The calibrator can generate periodic non-harmonic signal with defined duty cycle. This facilitates especially the checks of multimeters and their accuracy when measuring non-harmonic DC signals.

The calibrator can also simulate a resistance or capacitance. Resistance range is 0 Ω to 50 MΩ; capacitance range is 1 nF to 50 μF, the accuracy suits the calibration of common multimeters. Basic accuracy of resistance ranges is 0.03 %. Basic accuracy of capacitance ranges is 0.5 %. The resistance can be used with AC signals up to 300 Hz to 1 kHz, depending on set-up value.

Frequency ranges of the calibrator can generate a squarewave signal with definable and calibrated duty cycle and amplitude in the 1 mV to 10 V range and 0 to 10 kHz frequency range. Moreover, squarewave signal with very steep rising edge can be generated up to 20 MHz. Frequency ranges can be used to calibrate the corresponding frequency ranges of multimeters, as well as to calibrate the input sensitivity and time bases of oscilloscopes.

Powermeter mode can be used to calibrate DC and AC single phase powermeters and energy meters. Voltage range is up to 240 V and current range is up to 10 A, power factor range is -1 to +1 and the resolution is 1 % in the 40 Hz to 400 Hz frequency range. The voltage output can supply loads up to 30 mA, which allows the calibration of mechanical powermeters.

Simulation of temperature sensors is yet another feature which can be used to calibrate thermometers and heat sensing units. The calibrator allows the simulation of all common Pt and Ni resistance sensors and R, S, B, J, T, E, K, N type thermocouples. Compensation of cold junction of thermocouple is achieved by entering the respective temperature using the calibrator's keyboard. The accuracy of simulated temperature sensors depends on the value and type of sensor and ranges from 0.04 ^{o}C to 0.5 ^{o}C for resistance sensors and from 0.4 ^{o}C to 4.3 ^{o}C for thermocouples.

Internal multimeter with 20 mA, 20 mV, 200 mV and 10 V basic ranges and 0.01 % accuracy can be used to measure normalized signals coming from transducers, external thermocouples or resistance sensors or to measure pressure and force using strain gauge sensors.

The calibrator includes many other features which facilitate easy use. For example relative deviation from set value of the output, currently displayed uncertainty of the output signal, calibration and testing procedures etc. The concept of calibrator control and indication of its status is based on flat luminiscent display, which provides all necessary information. The calibrator is controlled by opening menus on the display and selection from menus. Frequently used functions are assigned direct-control keys. The calibrator comes with standard GPIB bus and RS-232 serial line, which allow the calibrator to be controlled from a PC.

The calibrator can easily fit within calibration systems featuring MBASE/WinQbase software support.

ATTENTION !
The calibrator generates life-threatening high voltage.

The calibrator can only be used in line with this Manual.

Preparation for operation

Inspecting package contents, selecting the installation location

Basic package includes the following items:

- Multifunction calibrator
- Power cord
- Spare fuse T4L250/T, T8L250/T
- Operation manual.
- Test report
- Test cable 1000V/20 A   2 pcs
- Cable adapter Option 40
- Cable adapter Option 60
- Cable adapter Option 70
- RS 232 cable

The calibrator should be powered by 230/115 V – 50/60 Hz mains. It is a laboratory instrument whose parameters are guaranteed at 23±2 °C. Before powering on the instruments, place it on a level surface. Do not cover the vents at the bottom side and the fan opening at the rear panel.

Power-on

- Before connecting the calibrator to the mains, check the position of the mains voltage selector located at the rear panel.
- Plug one end of the power cord into the connector located at the rear panel and connect the other end of the power cord into a wall outlet.
- Switch on the mains switch located at the rear panel. Flat display is lit.
- The calibrator performs internal hardware checks for 5 seconds.
- After the tests conclude, the calibrator resets to its reference state, i.e. the following parameters are set:

Function	DC voltage
Range	20 V
Set value	10 V
Output terminals	OFF

GPIB address of the calibrator is factory-preset to 2. This value is valid until the user changes it.

Note. The calibrator resets to its reference status in case of power switching off and reconnection.

Warm-up time

The calibrator works after it is switched on and the initial checks complete. Specified parameters are only guaranteed after the instrument warms up for 60 minutes. During this period, the instrument cannot be calibrated. The display shows “cannot access the calibration” message if calibration is attempted during this period.

Replacement of fuse

The calibrator includes a fuse located in the mains connector at the rear panel. Replace the fuse as follows:

- Switch off the calibrator
- Remove the end of power cord from the mains connector at the rear panel.
- Insert the blade of a flat screwdriver into the opening cut in the mains voltage selector and pull out the fuse holder.
- Remove the fuse and replace it with new fuse of the same rating.

Safety precautions

The instrument has been designed in Safety Class I according to EN 61010-1. The design reflects the requirements of A2 amendment of the standard.

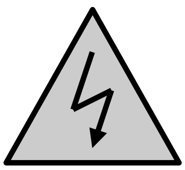
Safety is ensured by the design and by the use of specific component types.

The manufacturer is not liable for the damage caused by modification of the construction or replacement of parts with non-original ones.

Safety symbols used on the equipment



Warning, reference to the documentation



Warning - risk of electric shock

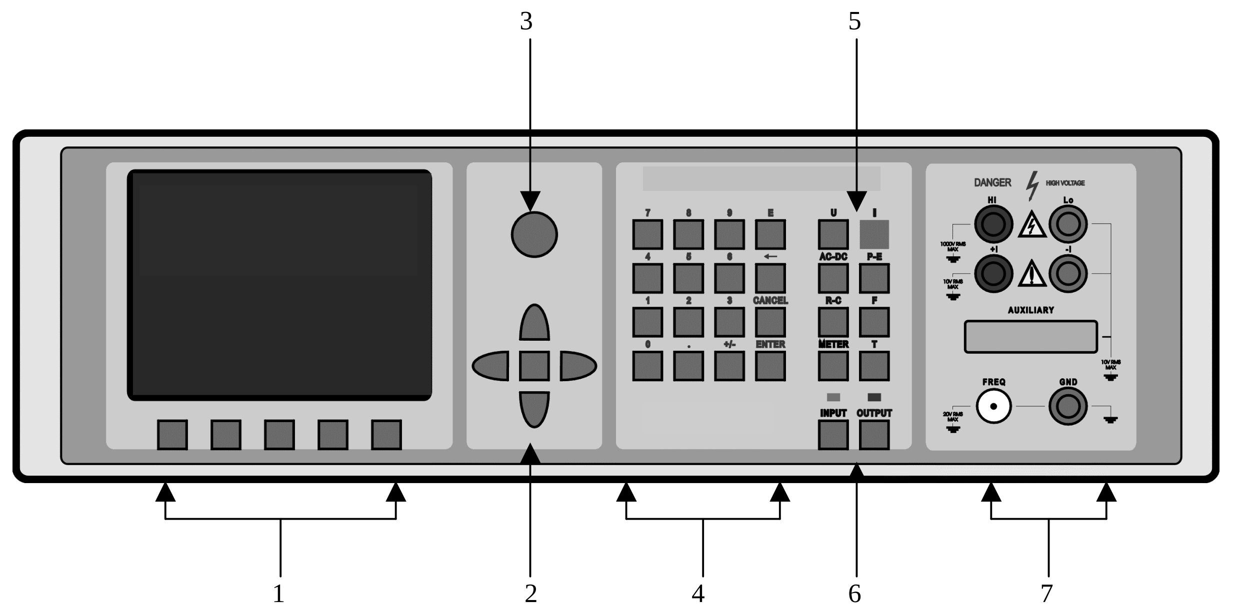


Danger - high voltage

Description of controls

Front panel

The front panel of the calibrator includes a flat luminiscent display, control buttons and output terminals. The following picture shows the control part of the front panel.



1 Display buttons

There are five buttons below the display, whose meaning changes depending on the contents of the display. These buttons usually call-up the MENU, allow range change, step, logging of values etc.

2 Cursor buttons

Using these buttons, the cursor can be controlled within allowed limits on the display. The keyboard includes two buttons (<, >) which allow the cursor to be set to the required position at the display. The cursor can be moved to the left or right. These buttons are usually used to step through the options and to move from one option to another or between the menu levels. Numeric values can be set in some control modes as well. In these cases, the buttons marked (∧, ∨) allow the user to increase or decrease the number at the cursor button.

The central button is used to confirm the selection (ENTER), or to SELECT from the menu.

3 Potentiometer

The potentiometer integrates several functions. By turning the knob to the left or right, the user can:

- step through the options
- enter numeric values

The function of the potentiometer can usually be performed by the cursor buttons. The central button is used to confirm the selection (ENTER).

4 Numeric keyboard

The keyboard allows the entry of numeric values on the display. The central button is used to confirm the selection (ENTER). CANCEL button can be used to cancel the entry.

5 Function buttons

Function buttons can be used to call-up the functions of the calibrator directly. The following buttons are provided:

function	*button*
DC voltage	U / DC
AC voltage	U / AC
DC current	I / DC
AC current	I / AC
resistance / capacitance	R – C
power / energy	P – E
frequency	F
internal multimeter	METER
simulation of temperature sensors	T

After the function mode is changed, the parameters of the respective function are restored. If the respective function was never used, the calibrator resets to its reference values. Reference values for individual functions are listed below.

function	*value*	*parameters*
DC voltage	10V	- -
AC voltage	10 V	f = 1000 Hz
DC current	100 mA	- -
AC current	100 mA	f = 1000 Hz
resistance	100 kΩ	
capacitance	1 μF	
power	100 W	f = 100 Hz [*1]
energy		
frequency	1000 Hz	U = 1 Vsym
multimeter	10 V	DC voltage
simulation of temperature sensors	100 °C	Pt 100/1.385, ITS90
cold junction temperature of TC sensors	23 °C	R

[*1] U = 100 V, I = 1 A, PF(power factor) = 1 LA, active power is displayed in Watts

6 ***Output / input terminals buttons***

OUTPUT button is used to connect the output signal of the calibrator to the output terminals. The connection is confirmed by red LED and a symbol at the display.

METER button can be used to connect the input terminals to the internal multimeter. The connection is confirmed by green LED.

7 ***Output / input terminals***

Output signal of the calibrator is connected to the output terminals. Current ranges are connected to **+I / -I** terminals, frequency output is connected to **FREQ** terminal. All other functions (voltage, resistance, capacitance) are connected to **Hi / Lo** terminals.

GND terminal is connected to the chassis of the calibrator. It is connected to the ground terminal of the mains plug. Using the SETUP MENU of the calibrator, the output terminals of the calibrator can be grounded as well. Grounding is done internally by connecting Lo and GND terminals using a relay. This circuit design is suitable for most calibrations, when the object (multimeter) being calibrated is floating.

AUXILIARY connector creates input of internal multimeter. It includes a limited range of output signals of the calibrator as well. The layout of individual pins and their meanings are listed in the following table.

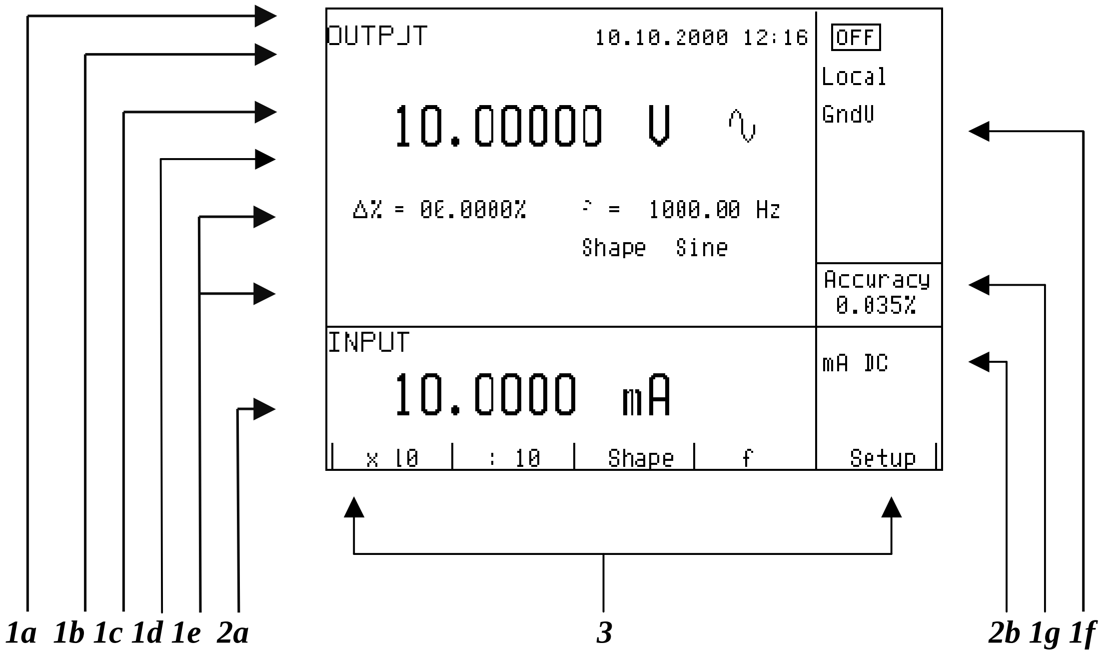
Auxiliary connector can be used with one of cable adapters Opt. 40, 60, 70, Opt. 140-41. Calibrator can recognize which type of adapter is connected and displays the information on front panel display.

pin	*label*	*signal*	*limitation*
1	L	common terminal of multimeter input	
2	INP	input terminal of multimeter for voltage/current ranges	Umax.=25 Vpp, Imax.=25 mA
3	-U	low output terminal for DC voltage range	
4	+U	high output terminal for DC voltage range	Umax.=20 Vss
5	-I	low output terminal for DC current range	
6	+I	high output terminal for DC current range	Imax.=25 mA
7	NG1	sort function output, contact 1 of relay	Umax.=50Vpp, Imax.=100 mA
8	NG2	sort function output, contact 2 of relay	Umax.=50Vpp, Imax.=100 mA
9	PTLI	resistance temperature sensor input terminal Li	Umax.= 10Vpp. R<2 kΩ
10	PTHI	resistance temperature sensor input terminal Hi	Umax.= 10Vpp. R<2 kΩ
11	PTLU	resistance temperature sensor input terminal Lu input terminal L on ranges 20, 200, 2000 mV	Umax.= 10Vpp. R<2 kΩ
12	PTHU	resistance temperature sensor input terminal Hu input terminal H on ranges 20, 200, 2000 mV	Umax.= 10Vpp. R<2 kΩ
13	TEST1	identification terminal of actually used adapter	
14	TEST2	identification terminal of actually used adapter	
15	NC	not used	
16	NC	not used	
17	0	identification terminal of actually used adapter	
18	0	identification terminal of actually used adapter	
19	NC	not used	
20	SIMLI	RC simulator output, current terminal Lie	Umax.= 10Vpp, Imax.=40mA
21	SIMHI	RC simulator output, current terminal Hi	Umax.= 10Vpp, Imax.=40mA
22	SIMLU	RC simulator output, voltage terminal Hi	Umax.= 10Vpp, Imax.=40mA
23	SIMHU	RC simulator output, voltage terminal Hu	Umax.= 10Vpp, Imax.=40mA
24	NC	not used	
25	NC	not used	

Functional inputs and outputs present at the connector can be best utilized using supplied cable adapters.

LCD display shows all information provided by the calibrator, e.g. set parameters of the signal, error messages, setup information. The display is divided to several information sections.

8 ***Display***



The display is divided to three horizontal sections:

4. OUTPUT section

This section displays the set-up values of generated signals and the data related to the calibrator status. The section includes the following types of data:

a) Information line

- designation of display section: OUTPUT
- error messages. The messages appear when an attempt is made to set up an invalid state of the calibrator, if analogue circuits of the calibrator are overloaded or if a communication error occurs when the calibrator is controlled using GPIB bus.
- real date and time, if its display is set-up in the setup menu.

b) Auxiliary data
This line displays the total value of output signal if a non-zero relative deviation is set.

c) Main data
This line displays the main data of the output signal and the unit of measurement (using double size signs). The line also includes two symbols (▼▲) to define the actual position of the cursor during adjustment of the value. <, > buttons can be used to move the cursor and ∧, ∨ buttons to change the value. (The value can be also changed using the potentiometer).

d) Monitoring line
This line displays the numbers entered using the numeric keyboard when the main data are set using the numeric keyboard. The information allows the entered information to be checked.

e) Minor data
There are two lines displaying the minor data of the output signal, especially:

- set relative deviation from main set value in %
- frequency (for DC voltage, current, power, energy functions)
- set value of current, voltage or power factor (phase) for power, energy functions

- value of R0 resistance and the type of resistance temperature sensor
- cold junction temperature of TC sensors and the selected type of TC sensor
- value of amplitude and shape type for frequency function

f) Information section
The information section located in the right part of the display displays additional information related to the selected function:

- symbol of connected ▬ or disconnected OFF output terminals.

  At the same time, a LED located above the OUTPUT button is lit.
- information about remote/local control of the calibrator. If the calibrator is controlled remotely, REM is displayed. If the calibrator is controlled locally using the keyboard, LOCAL is displayed.
- information about the use of 50-turn coil (COIL x50) at the current output of the calibrator, if this feature is turned on using the SETUP menu.
- information about the type of connected cable adapter, if used
- information about the grounding method of output terminals: GND I, GND U as set up using the setup menu.

g) Information about the uncertainty of the output signal
This section displays the maximum error of the main value of the output signal. The value is calculated using the main specification listed in the User’s Manual and it is displayed in %.

5. INPUT section

This section displays the values measured by the multimeter. The section includes following data:

a) Main value of measured signal
This line displays the measured value and the unit of measurement. If the input signals exceed the permitted range, OVERFLOW is displayed.
b) Designation of selected function of the multimeter
Symbolic display of selected function of the multimeter: V DC, mA DC, mV DC, R 4W, Freq, T TC, T RTD, SGS, ACAL.

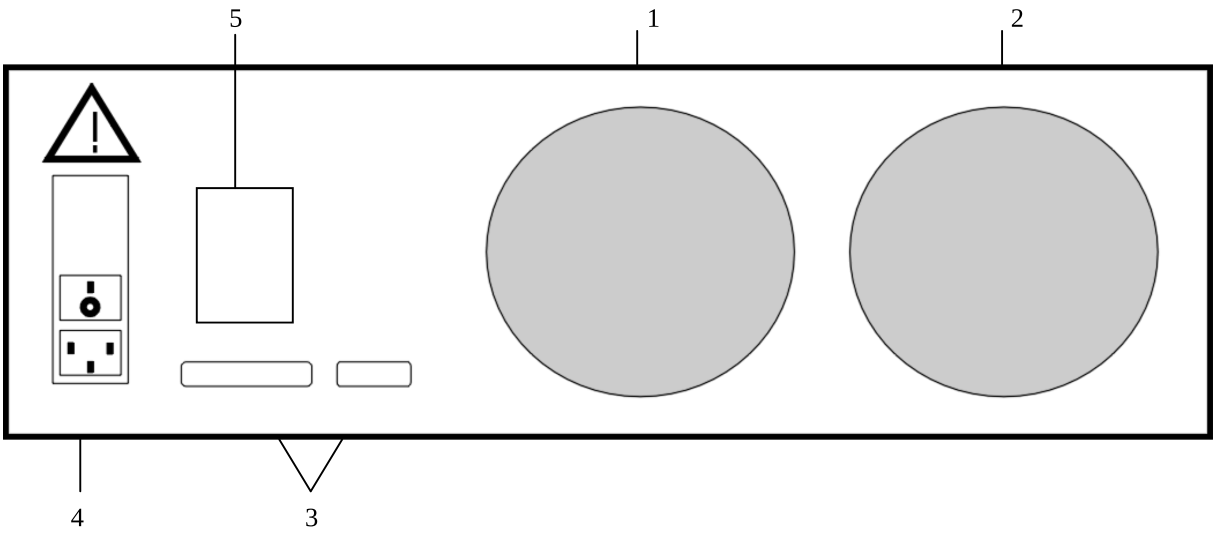
6. Display buttons section

This line displays the symbolic descriptions which define the meaning of four related display buttons. The respective meanings are as follows:

symbol	*button function*	*note*
x 10	increase set value 10 x	
: 10	decrease set value 10 x	
Shape	selection of signal shape	only for U, I, F functions
+/-	reversed polarity of output voltage and current	only for DC U, DC I functions
EXIT	move up one level	only for F, P-E functions
Calib.	enter the calibration menu	
SETUP	enter the setup menu	
TC type	selection of thermocouple sensor type	only for T function
RTD type	selection of resistance temperature sensor type	only for T function
f	enter the frequency of the signal	only for U, I function
MODE	select the unit of measurement	only for AC P-E function

Rear panel

The rear panel of the calibrator includes ventilation holes, power cord socket with fuse, mains voltage selector, mains switch, IEEE 488 connectors for connection to GPIB bus and type plate with serial number.



1 air inlet - forced ventilation
2 air outlet - forced ventilation
3 GPIB, RS-232 connectors
4 power cord socket with fuse, mains voltage selector, mains switch
5 type plate

Control of the calibrator

Selection of function

After the power is switched on and the initial checks complete, the calibrator resets to its reference status, i.e. DC voltage output with set value of 10 V and output terminals disconnected. Internal multimeter is switched off. The status of the calibrator can be changed using the buttons located at the front panel in one of the following ways:

5. Change of function by pressing one of direct function buttons

After pressing one of the U, I, DC-AC, R-C, P-E, F, T, METER buttons, the calibrator switches to the desired function mode and resets to the reference or to the most recently used parameter setting.

6. Connection /disconnection of output terminals

After pressing the OUTPUT button, the output terminals of the calibrator are connected/disconnected.

7. Connection /disconnection of multimeter

After pressing the INPUT button, the multimeter starts measuring the value present at the input terminals, depending on the function mode of the multimeter. The measurement is only possible when any of Opt. 140-xx adapters is connected to the AUXILIARY connector.

8. Entry to the setup menu

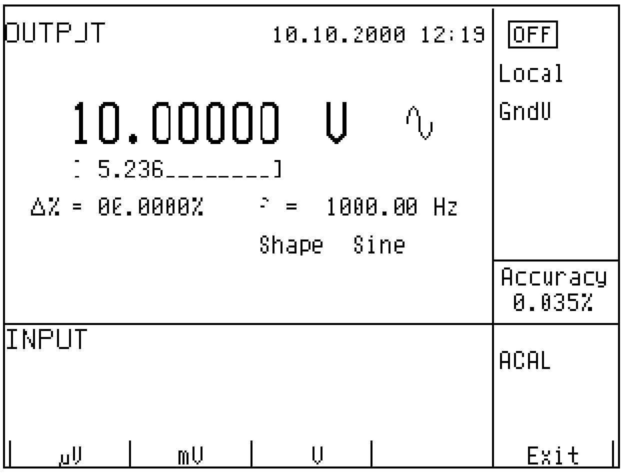
After pressing the SETUP button, options of the SETUP MENU appear on the display and the display buttons allow the entry to the calibration mode (CALIB) or entry to the mode when the calibrator is used as a tester (TESTER). Previous function is restored by pressing of EXIT display button.

Setting the value of output signal

All function modes allow several methods of setting the main value of the output signal:

Entry of the value using numeric keyboard

- use the numeric keyboard to select the desired value. After the first digit is entered, symbols of unit of measurements are displayed above the display buttons. The monitor line displays the symbols [_ _ _ _ _ _ _ _].
- the same entry can be started by pressing the central cursor button
- after the entry is complete (the value is displayed on the monitor line), press the display button below the desired unit of measurement (V, mV or µV in the example below)
- the value is copied to the main display and the monitor line disappears.



Entry of the value using cursor buttons

- press <, >, ∧ or ∨ button. The display now includes cursor marks which point to the active digit.
- ∧ and ∨ buttons can be used to change the active digit. <, > buttons can be used to change the position of the cursor marks
- to get to the default screen, press EXIT button or keep pressing the center cursor button until there is no [_ _ _ _ _ _ _] under any value. All values can be set using the buttons or the potentiometer.

Entry of the value using the potentiometer

- press the potentiometer knob. The display now includes cursor marks which point to the active digit
- turn the knob to change the active digit
- press the potentiometer knob to change to the mode which allows to change the value of the active digit. ← and → symbols are displayed above the active digit. Active digit can be changed by turning the knob.
- turn the knob to change back to the mode which allows to change the position of the active digit.
- to get to the default screen, keep pressing the center cursor button until there is no [_ _ _ _ _ _ _] under any value, or press EXIT button. All values can be set using the buttons or the potentiometer.

Reverse polarity

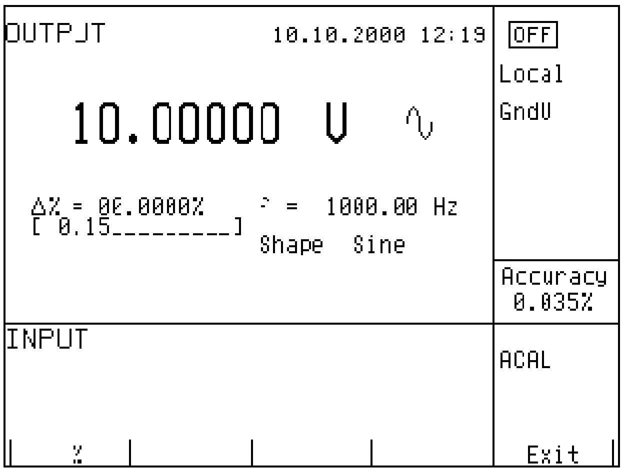
In DC voltage and DC current modes, the polarity of the output value can be reversed by pressing +/- display button. „ - “ symbol appears in front of the main data value.

Setting relative deviation

All function modes of the calibrator except frequency mode allow a relative deviation of output value from the main data to be set using a separate display. Relative deviation is displayed in the “minor data” section of the display and is designated with „ Δ%= 00.0000 % “ symbol. The relative deviation can be entered using one of the methods described above, e.g. using the numeric keyboard, cursor keys or the potentiometer.

Setting relative deviation using numeric keyboard

- keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the relative deviation value in the “minor data” section of the display
- enter the desired deviation and confirm the value by pressing “ % “ display button or by pressing ENTER on the numeric keyboard
- the auxiliary line below the main data on the display displays the total value of output signal including the unit of measurement
- the value of the signal at output terminals is: the value indicated by the main display + Δ %.



Maximum relative deviation which can be entered is ± 30.000 %.
The deviation can be positive or negative. If negative deviation is desired, press the display button labeled +/-. If positive deviation is then desired, press “ +/- “ button again. The polarity of the relative deviation can be reversed using the cursor buttons or the potentiometer as well.

Setting relative deviation using cursor keys

- keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the relative deviation value
- press <, >, ∧ or ∨ button. The display now includes cursor marks which point to the active digit
- ∧ and ∨ buttons can be used to change the active digit. <, > buttons can be used to change the position of the cursor marks
- to get to the default screen, keep pressing the center cursor button until there is no [_ _ _ _ _ _ _] under any value, or press EXIT button. All values can be set using the buttons or the potentiometer..

Setting relative deviation using potentiometer

- keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the relative deviation value in the “minor data” section of the display
- press the potentiometer knob. The display now includes cursor marks which point to the active digit. Turn the knob to change the value of the active digit
- press the potentiometer knob to change to the mode which allows to change the position of the active digit. ← and → symbols are displayed above the active digit. The position of the active digit can be changed by turning the knob.
- turn the knob to change back to the mode which allows to change the value of the active digit
- to get to the default screen, keep pressing the center cursor button until there is no [_ _ _ _ _ _ _] under any value, or press EXIT button. All values can be set using the buttons or the potentiometer.

If a non-zero relative deviation is set, the main data can be changed as well. The value of the output signal is always recalculated. If a zero relative deviation is set, the “minor data” section is not displayed.

Change of value by factor of ten

All functions of the calibrator allow the increase of the output value by 10 or reduction of the output value by 10. Such operation is equivalent to the change of internal range only in U, I, P-E modes. If the change results in overflow or underflow of calibrator’s range, an error message appears:

Value too large !	if the resulting value is too large
Value too small !	if the resulting value is too small

Range change

- Press the display button labeled “ x10 “ if you want to increase the range, “ :10 “ to decrease the range.
- The main value shown on the display is increased 10x (reduced 10x)

P-E function changes the current, not voltage, when the range is changed.
R-C function changes the set value 10x. The procedure, however, cannot be used to step the internal resistance/capacitance ranges, which are not decimal.
T function also has other than decimal ranges and the change of set value 10x therefore does not correspond to internal range change. Internal range change in this case depends on the temperature sensitivity of the resistance/capacitance.

Connection / disconnection of output terminals

After switching on the output terminals are disconnected in all modes. Press the OUTPUT button to connect the output signal to the terminals. Red LED above the OUTPUT button is lit and the information field on the display shows the following symbol ▬ .

Press the OUTPUT button again to disconnect the output terminals. Red LED goes off and the information field

OFF

on the display shows the following symbol .

During mode change, output terminals are always disconnected. Output terminals are disconnected also when changing between voltage and current ranges or when changing between AC and DC ranges is performed.

If voltage over 100 V is set in the voltage mode, special algorithm must be followed to connect the output terminals. The algorithm is described in the „Generation of calibrated voltage“ chapter of this Manual.

Setting the frequency

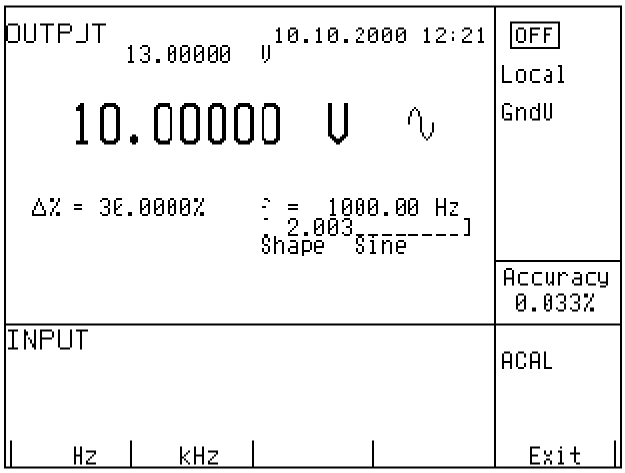
Frequency can only be selected in AC voltage (ACU) mode, AC current (ACI) mode , power (P-E) mode and frequency (f) mode. In each mode the frequency has a slightly different meaning and the frequency is therefore set in a different manner.

AC voltage (ACU), AC current (ACI)

Set value of frequency is included in the “minor data” section of the display in ACU, ACI, P-E modes.

Frequency change

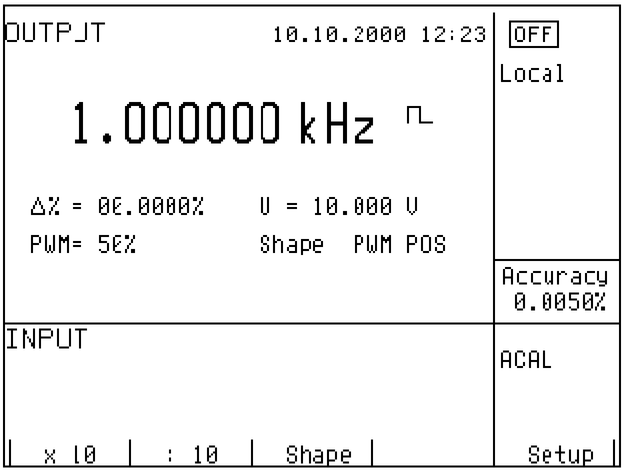
- First select the AC voltage or AC current mode by pressing U (I), AC buttons or selecting the P-E mode using the display. Frequency value „f = xxx.xx Hz“ appears in the “minor data” section of the display. “ f “ symbol is displayed above one of the display buttons.
- After “ f “ display button is pressed, [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear below the frequency value. Numeric keyboard can be used to enter the desired value. Press “ Hz “ or “ kHz “ to confirm the value. The value can be set using the buttons or the potentiometer.



If too large or too small value is entered, the calibrator displays the maximum (minimum) value which is allowed for the selected function.

Frequency (F)

Set value of frequency is the main data on the display and the main parameter of the signal. Main data can be set by direct entry using the numeric keyboard, potentiometer or by changing the digit at the current cursor position. The setting procedure is described in the “Setting the value of output signal”.



If frequency larger or smaller than the calibrator's range is entered, the calibrator displays an error message: „Value is too large (small)".

Generation of calibrated voltage

The multifunction calibrator provides calibrated DC and AC voltage. Output terminals for voltage ranges are labeled " Hi " and " Lo " at the front panel. Depending on the setting of the calibrator, voltage up to 1000 Vef can be present at the terminals .

DC voltage range is 0 to 1000 V.
AC voltage range is 100 µV to 1000 V.

Output voltage up to 20 V is available at AUXILIARY connector. It can be used only with cable adapter Opt. 140-41.

Control in the voltage mode

- Press "U" button on the calibrator and then select AC or DC mode by pressing "DC-AC" button. The display shows the following data:

  * main data of set voltage
  * relative deviation
  * uncertainty of output voltage
  * frequency (when AC voltage is generated)
  * total value of output voltage when non-zero relative deviation is set

- Set the desired value of voltage, including polarity when necessary, frequency and relative deviation. The signal is yet not connected to the output terminals. The information section of the display shows the symbol OFF which informs about the disconnection of output terminals.

- Press OUTPUT button.

- Red LED is lit above the OUTPUT terminals to signal the connection of the signal to the output terminals; the information section of the display shows the symbol ▬ .

- Calibrated voltage corresponding to set parameters is present at the output terminals.

Control sequence when output voltage over 100 V is selected

When output voltage over 100 V is selected, the information section of the display shows the symbol ϟ which informs that a life-threatening voltage will be present at the output terminals. If the output terminals are currently connected, they will be disconnected when output voltage over 100 V is selected. OUTPUT button must be pressed to reconnect the output signal to the output terminals. After the OUTPUT button is pressed, an interrupted beep is sound, OUTPUT LED is lit and the information section of the display shows the symbol notifying the user about the connection of the dangerous output signal to the output terminals.

Voltage, polarity, frequency, absolute and relative deviation can be set without the outputs being disconnected. The output terminals are automatically disconnected when changing between AC and DC ranges or when changing the function mode.

Using AUTOCAL function

To remove the effect of short-term drift and temperature dependency of small DC voltages, AUTOCAL function can be used. It can only be activated in the calibration mode. “Calibration mode” lists the respective procedure.

Overloading of terminals

If the output terminals are overloaded or short-circuited in the voltage mode, the calibrator disconnects the signal from the output terminals and reports „Overload U output“ error.

ATTENTION DANGEROUS VOLTAGE

When working with voltages over 50 V, rules for work with dangerous voltage must be adhered to.

Never touch the measurement circuit when voltage over 50 V is set and output terminals are connected!

ATTENTION DANGEROUS VOLTAGE

When the calibrator is controlled remotely, it is not possible to disconnect the output voltage using the buttons located at the front panel!

The calibrator must be first switched to local control mode by pressing the LOCAL button and then the output terminals can be disconnected or the mains switch must be switched off !

Generation of calibrated current

The multifunction calibrator provides calibrated DC and AC current. Output terminals for voltage ranges are labeled “ +I “ and “ -I “ at the front panel. The terminals can carry high current and are the only terminals to which the calibrated object can be connected. Depending on the setting of the calibrator, current up to 20 A_{ef} can be driven by the terminals.

DC current range is 0 to 20 A
AC current range is 1µA to 20 A

When 50-turn coil (option 130-50) is used, AC current range is 50µA to 1000 A. Output current up to 20 mA is available at AUXILIARY connector and it is accessible via cable adapter Opt. 41-41 only.

Control in the current mode

- Press “I” button on the calibrator and then select AC or DC mode by pressing “DC-AC” button. The display shows the following data:

  * main data of set current
  * relative deviation
  * uncertainty of output current
  * frequency (when AC current is generated)
  * total value of output current when non-zero absolute or relative deviation is set
  * time after which the output terminals will be disconnected when the output current over 10 A is selected.

- Set the desired value of voltage, including polarity when necessary, frequency and relative deviation. The signal is yet not connected to the output terminals. The information section of the display shows the OFF symbol which informs about the disconnection of output terminals.

- Connect the load or short the output terminals labeled +I, -I.

- Press OUTPUT button.

- Red LED is lit above the OUTPUT terminals to signal the connection of the signal to the output terminals; the information section of the display shows the symbol .

- Calibrated current corresponding to set parameters is driven by the output terminals.

- If COILx50 function is activated (see below - Setup functions menu), the optional 50-turn coil must be connected to output terminals. The calibrator can be used to calibrate 50 µA to 1000 A ammeters. The calibrator generates AC and DC current within the range up to 20 A.

CAUTION

If GND terminal is connected to Lo, -I terminals, it is prohibited to connect external load to GND / Hi or GND / +I terminals. Such connection can damage the calibrator.

Overloading the terminals

When external circuit connected to current output terminals is disconnected or there is higher voltage at the load than permitted, the calibrator disconnects the output terminals and displays „Overload I output“ message. The same message can be displayed when 50-turn coil is used for AC current output at frequencies above 80 Hz. It depends on the set current and the type of ammeter connected.
If the output terminals are disconnected due to time limitation of output current over 10 A, the calibrator displays „Current timeout !“ message.

Generation of non-harmonic shapes

The multifunction calibrator can generate non-harmonic periodic signals with predefined shape. To allow the setting of a non-harmonic output shape, the calibrator must be switched to AC U or AC I mode. In both cases, an indication of the type of output shape (Shape xxxxx) is displayed under the frequency value. Press the respective display button to change the shape of the output signal.

The calibrator can generate the following shapes:

- SINE harmonic
- PWM POS squarewave - positive, with adjustable duty cycle
- PWM SYM squarewave - symmetrical, with adjustable duty cycle
- PWM NEG squarewave - negative, with adjustable duty cycle
- RAMP A ramp, symmetrical positive
- RAMP B ramp, symmetrical negative
- TRIANGLE triangular, symmetrical
- LIM SINE harmonic with amplitude limitation (truncated sin)

Generation of non-harmonic signals has some limitations:

- non-harmonic voltages can be generated in the 0.1 Hz to 1000 Hz frequency range
- non-harmonic currents can be generated in the 0.1 Hz to 120 Hz frequency range
- generation of these signals is limited to the voltage range up to 200 V and current range up to 2 A
- non-harmonic signals cannot be generated in the P-E (power-energy) mode.

Control in the non-harmonic mode

- Select AC voltage or AC current mode. The main section of the display shows the following data:
  - main data of set current or voltage, unit of measurement
  - relative deviation
  - frequency
  - selected SHAPE of the output signal

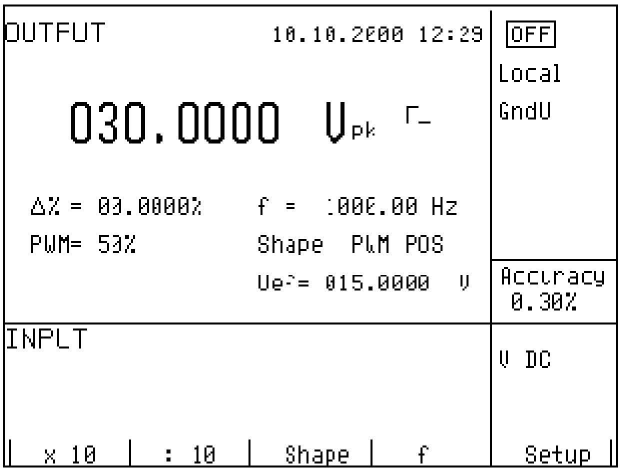
- Keep pressing SHAPE display button to select the desired shape of the output signal:

The output terminals are automatically disconnected when changing the shape of the output signal or when changing the relative deviation Δ%, if a non-zero relative deviation is set.

Displayed information

When non-harmonic output shape is selected, the display shows additional information:

- besides the main amplitude data, „pk“ index is displayed, notifying that the displayed main value is the peak value. Symbol which displays the shape of the output signal is displayed too.
- below the main data, an information about the shape type „Shape xxxxx“ is displayed.
- below the main data, calculated effective value of the output signal is displayed.
- for squarewave signals, set value of duty cycle „PWM= xx %“ is displayed.



Simulation of resistance and capacitance

The multifunction calibrator can simulate an exact value of resistance or capacitance. The outputs of the simulator are connected to Hi – Lo terminals and to AUXILIARY connector (pins 20, 21, 22, 23). 4W resistance is accessible only via cable adapter Opt. 70.

Only two-wire connection is available on the front panel terminals Hi-Lo. Both two-wire and four-wire connection is possible only through AUXILIARY connector. The terminals SIMHI - SIMLI are current terminals and SIMHU - SIMLU are voltage sensing terminals. Cable adapter Option 70 or cable adapter Option 140-41 must be used for four-wire connection. Type of cable adapter currently connected to the AUXILIARY connector, is displayed on the display. If Option 70 is connected, label CA 140-70 is displayed in the right side. If Option 140-41 is connected, label CA 140-41 is displayed.

Cable adapter Option 70 can be used for four-wire connecting of simulated resistance only. In compare with direct two-wire connection through output terminals Hi – Lo, accuracy of resistance is better with Option 70, see Technical data. If Cable adapter Option 70 is connected to the AUXILIARY connector, only resistance mode and resistance temperature simulation mode can be chosen.

The resolution of resistance and capacitance depends on the set value and corresponds to 0.01 % of set value. Minimum set value is 0.01 Ω

Resistance simulation range is 0 Ω to 50 MΩ.
Capacitance simulation range is 0.9 nF to 50 µF.

Control in the resistance and capacitance mode

- press R-C button on the calibrator. The display shows the set resistance.
- If you want to simulate a capacitance, press R-C button again. The display shows the set capacitance.
- The display shows the following data:
  - * main data of set resistance (capacitance)

- * relative deviation of resistance (capacitance)
- * uncertainty of set resistance (capacitance)
- * total value of resistance (capacitance) if non-zero deviation is set

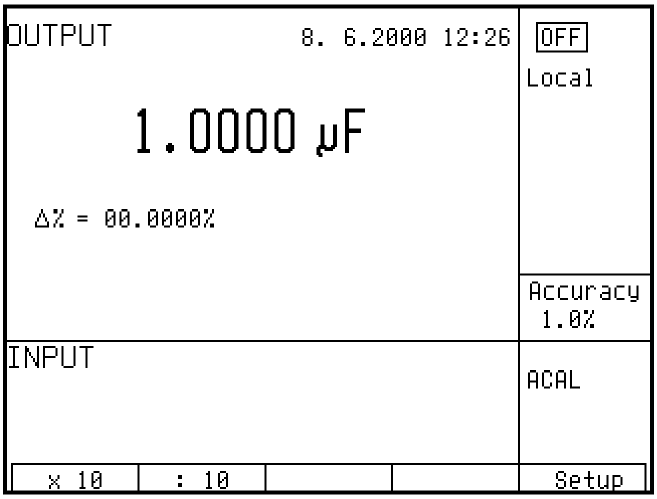
- Set desired value of resistance (capacitance) or relative deviation. The value can be set using numeric keyboard, potentiometer or cursor buttons. Simulated resistance (capacitance) is not yet connected to the output terminals. The information section of the display shows the symbol which OFF informs about the disconnection of output terminals.

- Connect the object to be calibrated to the output terminals labeled Hi - Lo.

- Press OUTPUT button.

- Red LED is lit above the OUTPUT terminals to indicate the connection of simulated resistance (capacitance) to the output terminals. The information section of the display shows the symbol

Simulated resistance (capacitance) is connected to output terminals.



Setting relative deviation

- Keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the relative deviation value (Δ% = xx.xxxx %).

- The value can be set using numeric keyboard, potentiometer or cursor buttons. Confirm the value by pressing "%" display button or by pressing ENTER.

Limitations resulting from electronic simulation

Electronic simulation of resistance and capacitance allows setting of a wide range of values with accuracy sufficient for calibration of common multimeters. Electronic simulation has the following limitations:

- measurement current supplied by the multimeter to be calibrated must not exceed the value specified by the calibrator's documentation. If the current is exceeded, the accuracy of simulated value is not guaranteed.

- maximum peak voltage at Hi - Lo terminals supplied by the multimeter to be calibrated must not exceed specified limits. If the test voltage is exceeded, calibrator disconnects output terminals. Overload message is displayed on the display.

Frequency dependence of resistance and capacitance

Electronic simulator of resistance can be used with DC and AC test signal. Electronic simulator of capacitance can be used in AC range from 20 Hz to 1000 Hz.

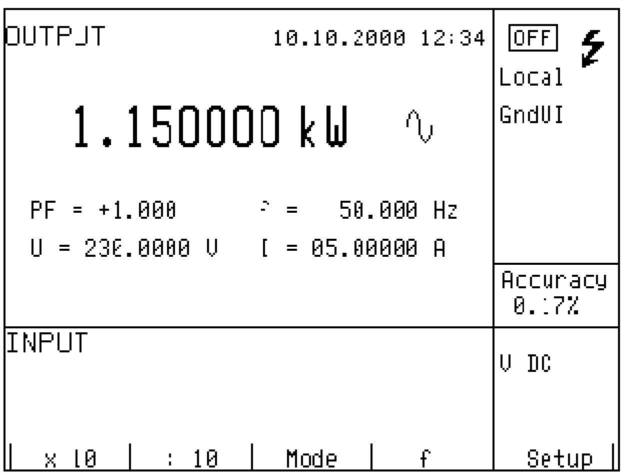
Generation of electric power and energy

The multifunction calibrator can generate exact value of electric power and energy. P-E function provides output voltage at Hi - Lo terminals and output current at +I - -I terminals. Lo and -I terminals are electrically connected.

Power setting range:	0.0 VA to 2400 VA
Voltage setting range:	0.2 V to 240 V
Current setting range:	0.01 A to 10 A
Power factor setting range:	-1 to +1 (phase –90 to +90 °)
Frequency setting range:	DC, 40 Hz to 400 Hz

Control in power generation mode

- Press “P-E” button on the calibrator and then select AC or DC mode by pressing “DC-AC” button. The display shows set power value.
- The display shows the following data::
  - * main value of set power in selected unit of measurement VA, W, VAr
  - * power factor value PF in negative polarity LA or positive polarity LE or the phase shift between the voltage and current in °.
  - * frequency, if AC power is selected
  - * voltage at Hi - Lo terminals
  - * current through +I - -I terminals
  - * uncertainty of set power
- Set desired value of power using numeric keyboard, potentiometer or cursor buttons. Output power is not yet connected to the output terminals. The information section of the display shows the symbol OFF which informs about the disconnection of output terminals..
- Connect the instrument to be calibrated to Hi - Lo and +I - -I terminals or short the +I - -I terminals.
- Press OUTPUT button.
- Red LED is lit above the OUTPUT terminals to indicate the connection of simulated resistance (capacitance) to the output terminals; the information section of the display shows the symbol .



Desired power is connected to output terminals.

Display modes

The calibrator can display AC power in one of three ways:

- apparent power in VA
- active power in W
- reactive power in VAr

Keep pressing MODE display button to change the function mode. Along with mode change, the power display (depending on set power factor) and unit of measurement change as well. If DC power is generated, it is always displayed in Watts.

The calibrator can display the phase relation of output voltage and current as power factor (–1 to +1) or as phase shift in degrees (0 to 360 °). SETUP setup menu is used to change the method of displaying the phase relation.

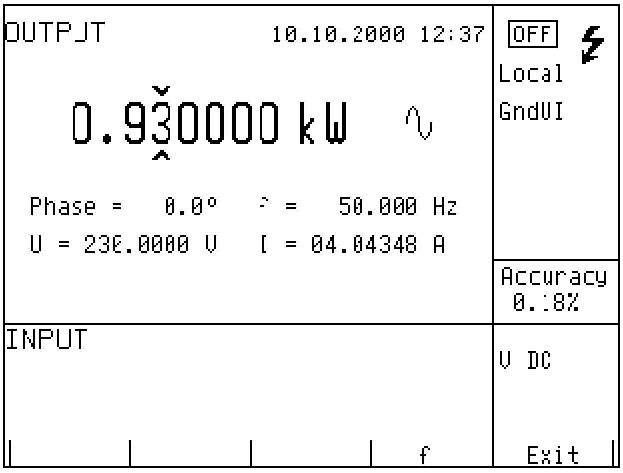
Power setting modes

The calibrator allows several ways of setting the value of generated power.

5. **Setting the main power value**

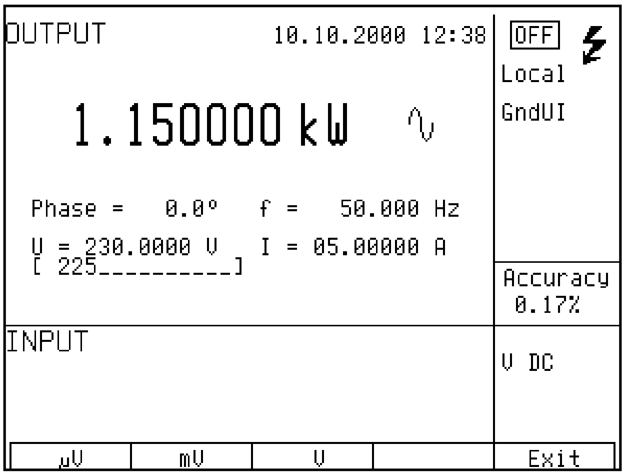
   - The main value can be changed using numeric keyboard, changing the digit at the cursor position after selecting the cursor position with <, > buttons, by range change using „x10", „:10" display buttons, or using the potentiometer.

   - Output power is changed by changing the value of output current.



6. **Setting the voltage**

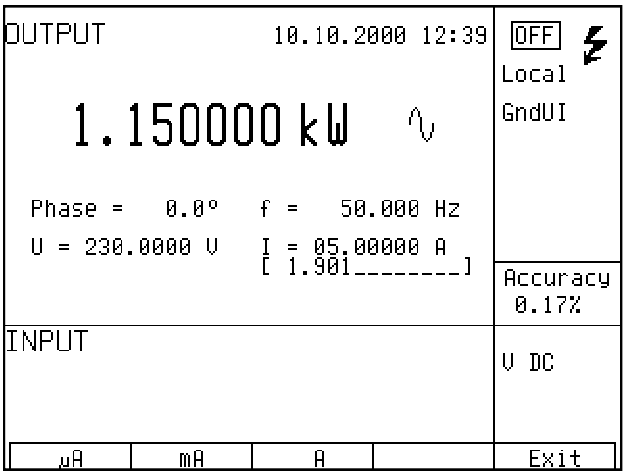
- The main power value can be changed by changing the voltage.



- Select P-E mode and then keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the voltage (U = xxx.xxxx V).
- The value can be set using numeric keyboard and confirmed by pressing µV, mV, V display button. The value can be set using cursor buttons or potentiometer as well.
- Main power value is recalculated using new set voltage and existing setting of current and power factor.

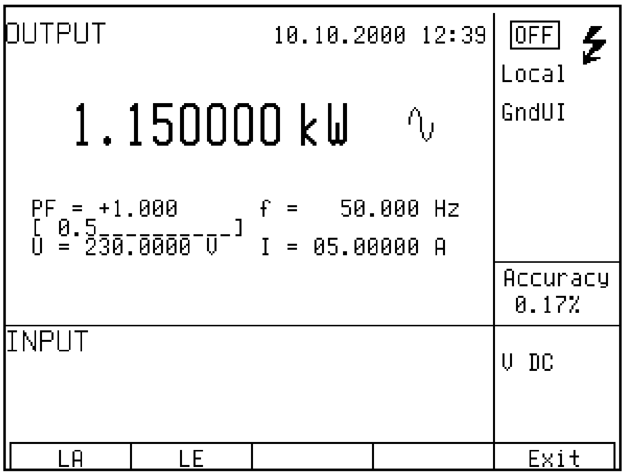
7. **Setting the current**

- The main power value can be changed by changing the current..
- Select P-E mode and then keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the current (I = xx.xxxx A).
- The value can be set using numeric keyboard and confirmed by pressing µA, mA, A display button. The value can be set using cursor buttons or potentiometer as well..
- Main power value is recalculated using new set current and existing setting of voltage and power factor.



8. **Setting the power factor (AC power only)**

- If W or Var is indicated, the main power value can be changed by changing the power factor. Change of power factor does not change the output apparent power.
- Select P-E mode and then keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the power factor symbols (PF = x.xxx LA (LE) or Phase = xxx.x).
- The value can be set using numeric keyboard and confirmed by pressing LA/LE (°) button or by pressing ENTER.
- Main power value is recalculated using new set power factor and existing setting of current and voltage. The calculation is only made if active or reactive power is displayed.

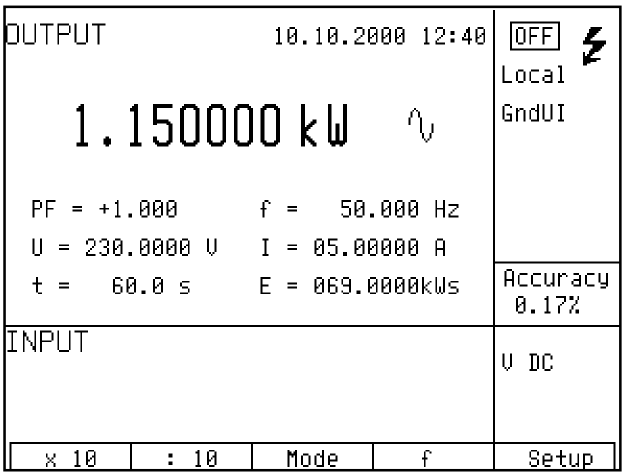


In the power generation mode, relative deviation cannot be set.

If the power factor is set to define the phase relation of voltage and current, confirmation of entered value by pressing LA button means positive phase, LE means negative phase.

Setting the energy

Keep pressing the P-E button to switch to the energy generation mode. Auxiliary data display area shows the time in seconds and the energy delivered to output terminals after pressing the OUTPUT button given the existing setting of voltage, current, frequency and power factor. Time setting range is 1.1 s to 1999 s.



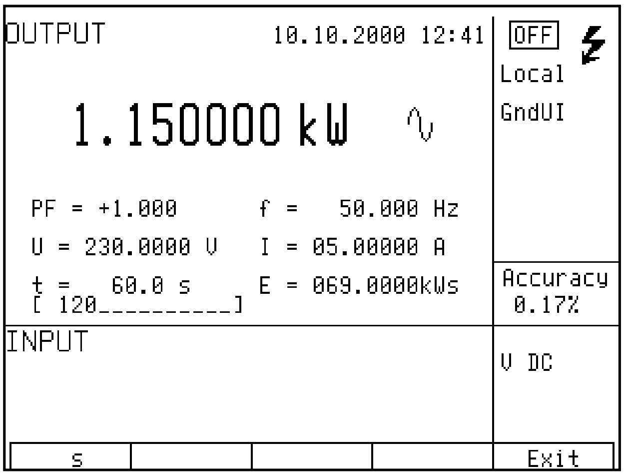
The energy value can be set in two ways:

Direct setting of energy

- Select the energy mode and then keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the time value (E = xxx.xxxx) supplemented with indication of the set mode.
- The value can be set using numeric keyboard, cursor buttons or potentiometer and confirmed by pressing Ws/kWs/MWs, VAs/kVAS/MVAs or VArs/kVArs/MVArs display buttons depending on the set mode. The value can also be confirmed by pressing ENTER.
- Time value is recalculated using new set energy.

Setting the time

- Select the energy mode and then keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the time value (t = xxx.x s).



- The value can be set using numeric keyboard, cursor buttons or potentiometer and confirmed by pressing “s” display button depending on the set mode. The value can also be confirmed by pressing ENTER.
- Energy value is recalculated using new set time.

Grounding of the calibrator and the instrument to be calibrated in the P-E mode

When calibrating the power and energy meters with separate voltage and current circuits, it is advisable to select **GND U ON** and **GND I ON** (both grounding methods on) on the CX 1651 calibrator. This setting will ground both the current and voltage output of the calibrator.

If the instrument to be calibrated has electrically connected and not grounded current and voltage inputs, **GND U ON** and **GND I OFF** should be selected on the CX 1651 calibrator**.**

If Lo and -I terminals on the calibrator are connected AND the same terminals are connected at the instrument to be calibrated, resulting voltage drop at the current cables can damage the relay which interconnects Lo and -I terminals with GND terminal in the calibrator.

“Operating examples“ chapter provides more information concerning correct connection of powermeters and energy meters to the calibrator.

Uncertainty calculation of set power

Uncertainty of set power displayed on the Accuracy line of the display is calculated according to the following formula:

for active power $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^2 + 0.03^2)}$ [%]

for reactive power $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^{*2} + 0.03^2)}$ [%]

for apparent power $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0.03^2)}$ [%]

where dP is the uncertainty of set power [%]
dU is the uncertainty of set voltage [%]
dI is the uncertainty of set current [%]
dPF is the uncertainty of set PF (cosφ) [%]
dPF* is the uncertainty of set sinφ [%]

Generation of frequency

The multifunction calibrator can generate several different voltage shapes with exact frequency, amplitude and duty cycle. The output signal is present at BNC coaxial connector FREQ located at the front panel. The signal is not present at any other output terminal.

There are two frequency generation modes. The first mode (PWM) allows the generation of squarewave output signal with calibrated amplitude, frequency and duty cycle. Frequency range is up to 10 kHz. The second mode (HF) also provides squarewave output signal with very steep rising edge, typically less than 3 ns.

PWM mode

Frequency range:	0.1 Hz to 100 kHz
Voltage range:	1 mV to 10 Vpp
Signal shapes:	squarewave, negative PWM NEG – symmetrical PWM SYM – positive PWM POS

HF mode

Frequency range:	0.1 Hz to 20 MHz
Voltage range:	5 V_{pk-pk} 0, -10, -20, -30 dB
Signal shapes:	symmetrical squarewave

PWM mode can be used to calibrate the input sensitivity of oscilloscopes at frequencies up to 10 kHz. HF mode can be used to calibrate the time base of oscilloscopes.

To switch between the modes, keep pressing “F” direct mode button. The display includes the symbols for currently selected mode (PWM or HF).

Control in the frequency mode

- Press F direct mode button. The calibrator switches to PWM mode. If HF mode is desired, press F button once more. The main data on the display is the frequency.
- The display shows the following data:

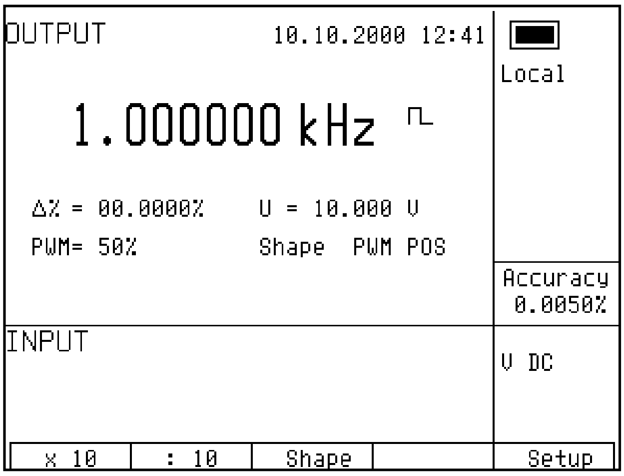
- * set frequency
- * relative deviation of frequency
- * signal amplitude (PWM mode) or attenuation (HF mode)
- * duty cycle (PWM mode only)
- * signal shape: PWM NEG / POS / SYM (PWM mode only)

- Set the frequency using numeric keyboard, cursor buttons or potentiometer. Output signal is not yet connected to the output terminals. The information section of the display shows the symbol which OFF informs about the disconnection of output terminals...

- Connect the object to be calibrated to FREQ terminal.

- Press OUTPUT button.

- Red LED is lit above the OUTPUT terminals to indicate the connection of signal to the output connector.



- Output signal with set frequency is present at the output connector.

Note

- “FREQ” connector must not be overloaded. In 100 mV to 10V voltage range, maximum load is 5 mA. In other voltage ranges, maximum load is 0.1mA. If the output is overloaded, the set value is not guaranteed.

- The output is short-circuit proof.

- The outer casing of the connector is electrically connected to the chassis of the calibrator.

Setting relative deviation

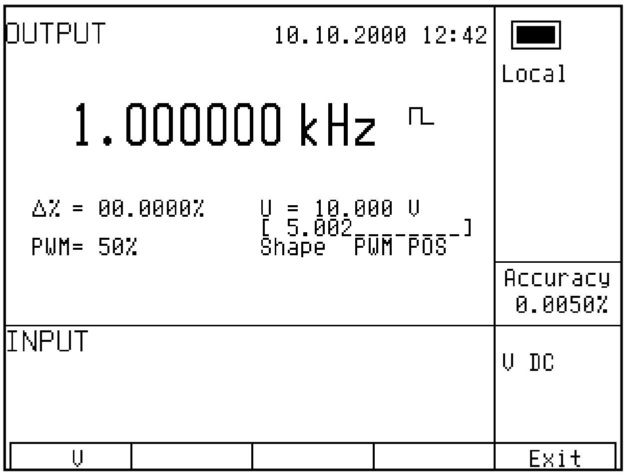
- Keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the relative deviation value Δ% = xx.xxxx %.

- The value can be set using numeric keyboard, potentiometer or cursor buttons. Confirm the value by pressing “%” display button or by pressing ENTER.

Setting the amplitude

Signal amplitude in Volts can only be set in PWM mode.

- Select the frequency mode and keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the amplitude value (U = x.xxx V).
- Set the value using numeric keyboard and confirm by pressing “V” display button or by pressing ENTER.



Setting the attenuation

Signal attenuation in dB can only be set in HF mode. Attenuation can be set in steps of (0, -10, -20, -30) dB.

- Select the frequency mode and keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the attenuation value (a = x.xxx dB).
- Set the value using numeric keyboard and confirm by pressing dB display button or by pressing ENTER. If other than permitted value is set, the closest permitted value is used.

Setting the duty cycle

Duty cycle can only be set in PWM mode.

- Select the frequency mode and keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the duty cycle value (PWM = xx %).
- Set the value using numeric keyboard, cursor buttons or potentiometer and confirm by pressing % display button or by pressing ENTER.

Setting the signal shape

Signal shape can only be set in PWM mode.

- Keep pressing SHAPE display button to select desired signal shape NEG – negative, SYM – symmetrical, POS – positive.
- Output signal of desired shape is connected to the output connector.

Simulation of temperature sensors

The multifunction calibrator can simulate resistance temperature sensors and thermocouples. When resistance temperature sensors are simulated, a simulated resistance corresponding to set temperature, sensor type and temperature scale is connected to Hi - Lo terminals. When thermocouples are simulated, a simulated voltage corresponding to set temperature, sensor type and temperature of cold end of thermocouple is connected to Hi - Lo terminals.

Simulated values of temperature sensors are also available at the AUXILIARY connector. Thermocouple voltage is available at +U, -U terminals. Four-wire connection of resistance temperature sensors is provided by current terminals PTLI, PTHI and voltage terminals PTLU, PTHU. 140-41 cable adapter is recommended.

Temperature setting range:	-250 to +1820 ^{o}C depending on simulated sensor type
Sensor types:	resistance temperature sensor Pt 1.385, Pt 1.392, Ni thermocouple K, N, R, S, B, J, T, E
Temperature scale:	ITS 90, PTS 68 for resistance temperature sensors and thermocouples

Switching between resistance temperature sensors and thermocouples

- Press T button on the calibrator. The main value on the display is set temperature. The calibrator simulates a resistance temperature sensor.
- Press T button on the calibrator once again. The calibrator simulates a thermocouple.

Setting the temperature

- Press T button on the calibrator. The main value on the display is set temperature.

- The display shows the following data:

  - * main data of temperature in ^{o}C or K
  - * sensor type thermocouples: K, N, R, S, B, J, T, E
    resistance temperature sensors: Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
  - * resistance at 0 ^{o}C labeled R0 (resistance temperature sensors only)
  - * cold junction temperature of thermocouple sensors labeled RJ
  - * set value of relate deviation in %, labeled ΔT = xxxx.x °C (K)

  the information section shows:

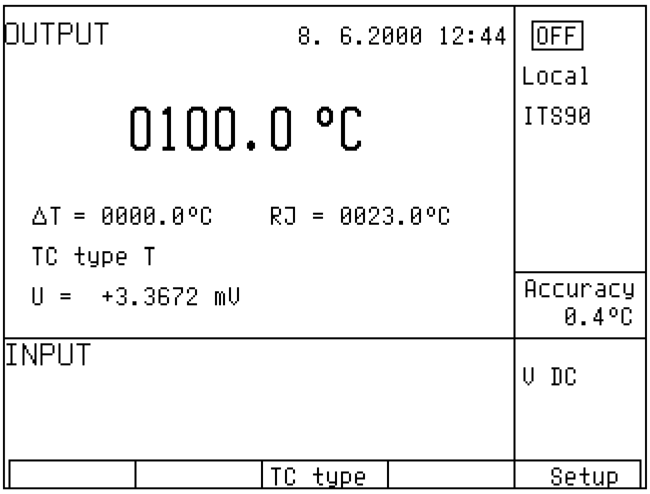
  - * temperature scale type
  - * uncertainty of simulated temperature value of selected temperature sensor type

- Set the main value of temperature using numeric keyboard, cursor buttons or potentiometer. Output terminals are disconnected, the information section of the display shows the symbol OFF which shows that output terminals are disconnected.

- Connect the object to be calibrated to Hi - Lo terminals.

- Press OUTPUT button.

- Red LED is lit above the OUTPUT terminal to indicate that the output signal is connected to output terminals. The display shows the symbol of connected output terminals.



Note

- Load of output terminals is limited similarly to corresponding voltage or current ranges.

- Output signals provided at Hi - Lo terminals and AUXILIARY connector are short-circuit proof.

Switching between temperature sensor types

- Keep pressing "TC type" or "RTD type" display button to select desired sensor type.

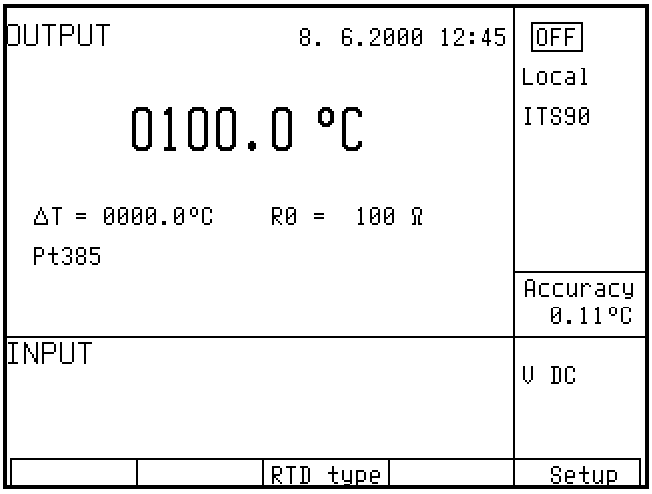
- If resistance temperature sensors are selected, each press of the button selects Pt1.385, Pt1.392 or Ni resistance thermometer. The display shows current setting as Pt385 / Pt392 / Ni.

- If thermocouples are selected, each press of the button selects K, N, R, S, B, J, T, E types. The display shows current setting as TC TYPE x, where x is the type of the thermocouple.

Entry of R0 coefficient for resistance temperature sensors

For resistance temperature sensors, resistance at 0 ^{o}C labeled R0 can be set. The range is 20 Ω to 2kΩ for all types of resistance temperature sensors.

- Select the resistance temperature sensor mode and keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the R0 coefficient value (R0 = xxxx Ω).
- Set the value using numeric keyboard and confirm by pressing " Ω" or "kΩ " display button or by pressing ENTER.



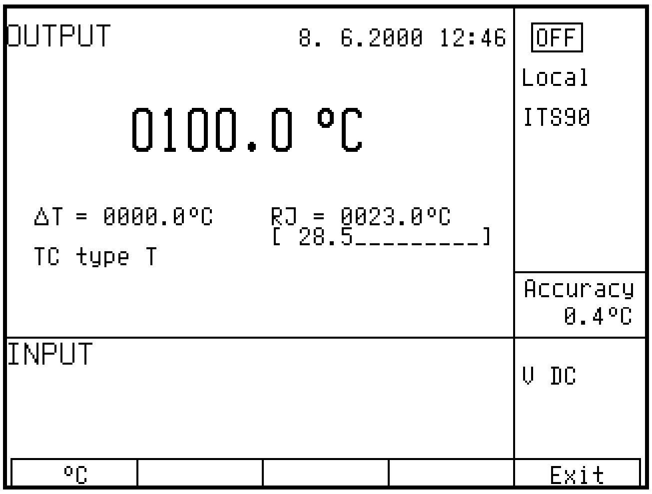
Note

After the calibrator is switched on or before the first change of the coefficient, R0 is set to 100 Ω. This setting corresponds to Pt 100 resistance thermal sensor.

Entry of cold junction temperature

For thermocouples, the temperature of cold junction can be entered. The entry is performed by setting the RJ field in the auxiliary data section of the display.

- Select the thermocouple mode and keep pressing the center cursor button until [_ _ _ _ _ _ _] symbols appear under the (RJ = xxxx.x ^{o}C) value, if ^{o}C unit of measurement is used, or under (RJ = xxxx.x K) value, if K unit of measurement is used.
- Set the value using numeric keyboard.
- Confirm the value by pressing ^{o}C or K display button or by pressing ENTER.



Automatic compensation of cold junction temperature

Automatic cold junction TC sensors compensation can be performed, when cable adapter Option 140-01 is used for simulating. Ambient temperature measured by in cable adapter mounted Pt1000 sensor is taken as temperature of cold junction. This automatic compensation is performed always, when measuring of ambient temperature is activated on display (push button INPUT ON, green led lights). When temperature measuring is not activated or cable adapter Option 140-01 is not connected, manual compensation only is available. Set value of RJ on the display to the appropriate ambient temperature to compensate manually influence of cold junction.

Use of AUTOCAL function

To remove the effects of short-term drift and thermal dependency of the simulation, AUTOCAL function can be used. It can only be activated in the calibration mode. Procedure is following:

- Use a display button to enter the calibration menu. Enter the calibration code and confirm by pressing ENTER.
- Use the cursor buttons or potentiometer to select the AUTOCAL function from the calibration menu. After the function is activated, only one option - OFFSET ACAL - is provided. Press SELECT display button to confirm the option.
- Proceed according to the instructions provided on the display. Automatic calibration takes ca 8-10 minutes and prompts the user to short Hi-Lo circuits and then to disconnect them.
- After the calibration, the calibrator remains in the calibration mode. Press EXIT display button to return to normal display.

Do not connect anything to any terminals during the automatic calibration, with the exception of the prompt to short the Hi-Lo terminals. The procedure is described in “Calibration mode” chapter.

Multimeter

The calibrator includes a built-in multimeter which can measure many electrical and non-electrical values. Besides DC voltage and current, it can measure frequency, temperature and when external strain gauge sensors is connected, even other non-electrical values can be measured. The multimeter can only be connected through AUXILIARY connector. „Description of controls“ chapter lists the pins of the connector.

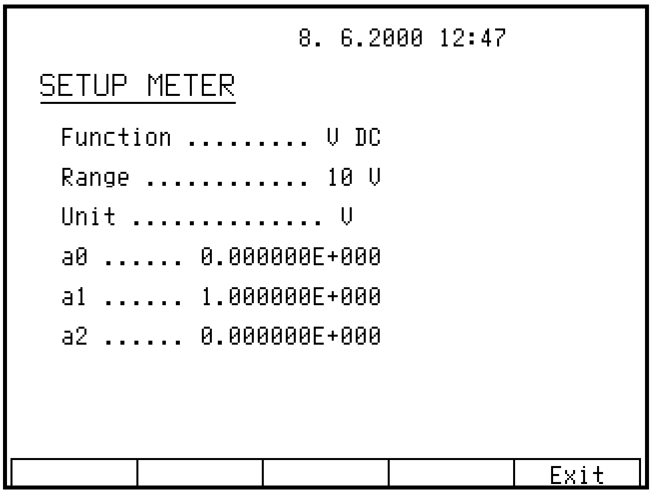
The manufacturer recommends 140-41 cable adapter or Option 40 cable terminal to connect the multimeter. 140-41 cable adapter includes a fuse which protects the multimeter from current overload.

The manufacturer does not recommend connection of multimeter inputs to calibrator outputs.

Such connection can result in presence of high voltage at multimeter inputs, which can damage the multimeter.

Basic menu

- Multimeter setting menu can be opened by pressing the METER direct control button. After the button is pressed, SETUP METER menu opens, which allows to set-up the multimeter. Press EXIT display button to return to previous menu.
- Press $\wedge$ or $\vee$ cursor button to browse the menu options. Active option is always inverted.
- The parameters of the active option can be changed if the respective function is allowed to be changed. Use UP, DOWN, CLR, NEXT and display buttons to change the parameters of the active option.
- Multimeter parameters can also be set using the potentiometer. The potentiometer can be used either to browse the menu options or to change the value of the active option. Press the knob to switch between these modes.
- Keep pressing EXIT display button to return to normal display when you are finished setting up the parameters.



When the multimeter is being set-up, measurement cannot be initiated. Measurement can only be initiated after the menu is left using the INPUT button.

Function selection

- Press METER direct control button and select FUNCTION option from the menu using cursor buttons.
- Press UP, DOWN display buttons or use the potentiometer to select one of the following functions:

  * basic DC voltage range VDC 10 V
  * DC current mA DC 20 mA
  * small DC voltage range mV DC up to 2 V
  * four-wire resistance measuring range up to 2 kΩ
  * frequency up to 15 kHz
  * temperature measurement using thermocouples T TC
  * temperature measurement using resistance temperature sensors T RTD
  * measurement of strain gauges (pressure, force) SGS

- By selection of the measurement function, some related options are automatically changed as well (measuring range, unit of measurement).
- Press EXIT display button the close the function selection menu and to return to the basic display.

Setting the measurement range

- Press METER direct control button and select RANGE option from the menu using cursor buttons.
- Press UP, DOWN display buttons or use the potentiometer to select the measurement range for selected function. Ranges of individual functions can be changed:

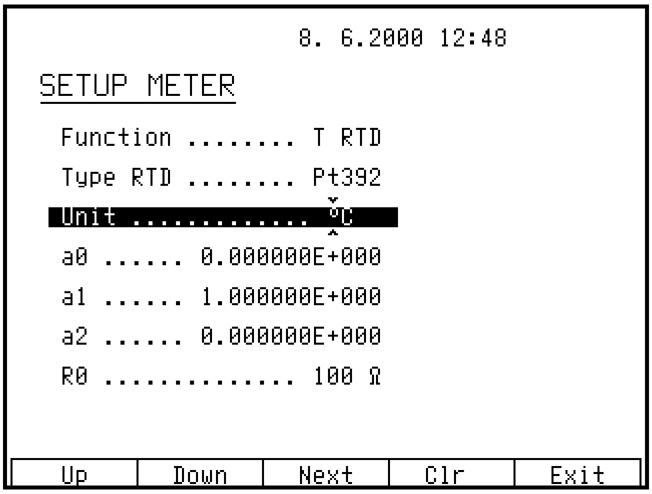
  * small DC voltages mV DC ranges: 20, 200, 2000 mV
  * temperature measurement using thermocouples T TC, types: K, N, R, S, B, J, T, E
  * temperature measurement using RTD sensors, types: Pt 1.385, Pt 1.392
  * setting of sensitivity of strain gauge sensors (pressure, force) SGS

- After setting the range, use ∧ or ∨ cursor buttons to switch to the previous or next menu option. The same can be achieved using the potentiometer after pressing the knob. Press EXIT display button the close the range selection menu and to return to the basic display.

Units of measurement

Unit of measurement can be set for each measurement function. The unit of measurement is displayed along with the measured value on the display. The description of the unit of measurement can consist of up to 4 characters.

- Press METER direct control button and select UNIT option from the menu using cursor buttons.
- Press the knob of the potentiometer to display ∧ and ∨ symbols above the active character.
- Press UP, DOWN display buttons or use the potentiometer to select desired character at the active position.
- Press NEXT display button to move onto next character.
- Press the knob of the potentiometer to complete the setting.
- After the unit of measurement is selected, use ∧ or ∨ cursor buttons to move onto the next menu option. The same can be achieved using the potentiometer after pressing the knob. Press EXIT display button the close the range selection menu and to return to the basic display.



If you want to reset the unit of measurement to original setting, press CLR display button. Original settings are listed below:

*	basic DC voltage range VDC	V
*	DC current mA DC 20 mA	mA
*	small DC voltages mV DC up to 100 mV	mV
*	four-wire resistance measurement	Ω
*	frequency up to 15 kHz	Hz
*	temperature measurement using thermocouples	°C
*	temperature measurement using resistive temperature sensors	°C
*	measurement of strain gauge sensors	mV/V

Use of calculation formula

Each function of the multimeter can display recalculated measured value. The value shown on the display is always calculated according to the formula:

$$Y = A0 + A1*X + A2 * X^2$$

where X is the value measured by the multimeter
Y is the value shown on the display

Default setting of the coefficients is A0 = 0, A1 = 1, A2 = 0. This means that directly measured value is displayed on the display. If any other recalculation is required, enter the desired parameters. Parameter A0 must be of the same dimension as is in row UNIT.

- Press METER direct control button and select A0 (A1, A2) option from the menu using cursor buttons.
- Enter new value using numeric keyboard.
- Confirm the value by pressing ENTER.
- After setting the coefficients, use ∧ or ∨ cursor buttons to switch to the previous or next menu option. The same can be achieved using the potentiometer after pressing the knob. Press EXIT display button the close the range selection menu and to return to the basic display.

If you want to reset a coefficient to original setting, press CLR display button.

Each measurement function of the multimeter has its own independent set of coefficients.

Setting function parameters

Some measurement functions have additional parameters. When measuring the temperature using RTD sensors, R0 (resistance at 0 °C) can be set, when measuring the temperature using TC sensors, the temperature of cold junction can be set and when measuring using SGS sensors, supply voltage of the bridge can be set.

Original settings are listed below:

T RTD	R0 = 100 Ω
T TC	RJ =23 °C
SGS	Voltage = 5 V

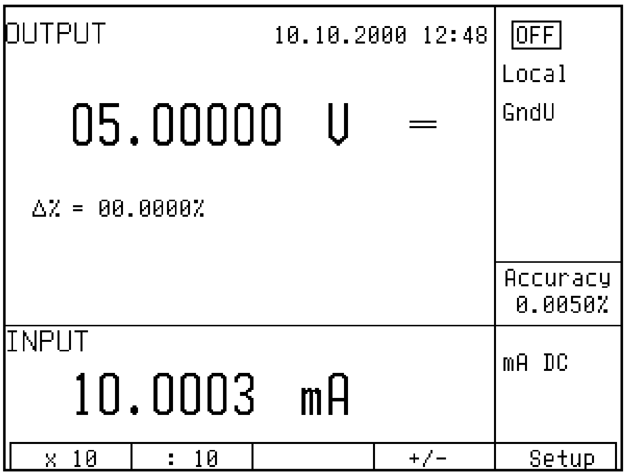
The parameters can be changed as follows:

- Press METER direct control button and select a function, then use cursor buttons to select the line which includes the function parameter.
- Enter new value using numeric keyboard.
- Confirm the value by pressing ENTER.
- After setting the coefficients, use ∧ or ∨ cursor buttons to switch to the previous or next menu option. The same can be achieved using the potentiometer after pressing the knob. Press EXIT display button the close the range selection menu and to return to the basic display.

Start of measurement

To start a measurement:

- Press INPUT direct control button in the basic state of the calibrator.
- INPUT field on the display shows the measured value. The measurement is indicated by a green LED above the INPUT button.
- Press INPUT button again to stop the measurement. The LED goes off and the input connectors are disconnected.



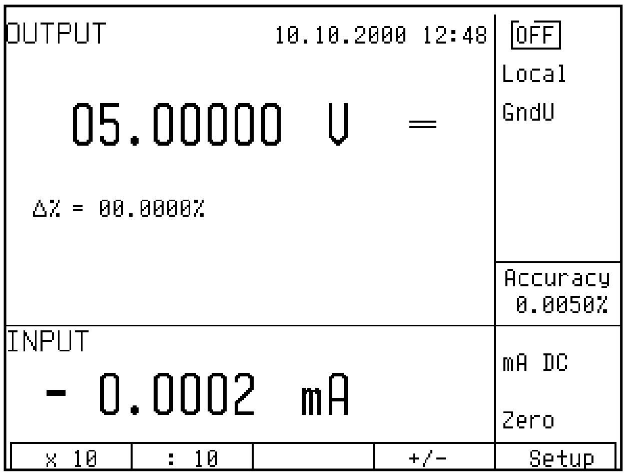
The multimeter does not display uncertainty of measuring. If the input range is exceeded, OVERFLOW message is displayed.

140-41 Cable adapter must be used to connect the signal.

Zero function

The multimeter has a zeroing function. It can be activated after the measurement was activated by pressing INPUT direct control button. Zeroing is performed by pressing METER direct control button. After the button is pressed, most recent value is stored and subtracted from all ongoing measured values. A “Zero” message appears on the right side of the display, indicating that this function is active. Press METER a second time to deactivate the Zeroing function.

Multimeter’s menu can be entered only after the measurement is terminated by pressing INPUT button.



Zeroing function can be used e.g. to compensate the voltage drops at the cables, to suppress any remanent value of the signal etc.

Overloading can damage the multimeter.

Notes:

* The current inputs of the multimeter are protected from current overloading by a fuse located in 140-41 cable adapter. The fuse can be replaced after turning the cap of the fuse holder. The procedure is described in the adapter’s manual.
* The multimeter can be used as a DC milivoltmeter with 20 mV, 200 mV, 2 V, 10 V ranges. The appropriate input terminals are PTHU and PTLU.
* Maximum allowed voltage on the input terminals against ground terminal is 20 V.
* Frequency measurement is possible up to 15 kHz. Input signal must be within 0.2 to 5 V range. squarewave or pulse shape of the input signal is expected.

Simultaneous functions

The multifunction calibrator allows simultaneous generation of calibrated signal along with measurement of another signal using the built-in multimeter. To use both parts of the calibrator simultaneously, cable adapters supplied by the manufacturer are necessary.

When using the calibrator, the following states are possible; each state has its limitation, listed in the table.

	Method of use	*Limitation of output signals*	*Limitation of multimeter's function*	*Method of connection*
1	No cable adapter is used.	Calibrator's output signals are not limited in any way and can be fully used. Calibrator's output signals are available only at the terminals located at the front panel.	The multimeter cannot be used. If the multimeter is activated, FAIL error message appears.	
2	The calibrator is used with 140-01 cable adapter.	Calibrator's output signals are not limited in any way and can be fully used. Calibrator's output signals are available only at the terminals located at the cable adapter.	The multimeter can only be used to measure the external temperature using a Pt100 sensor built into the adapter.	140-01 cable adapter connected onto calibrator's terminals.
3	The calibrator is used with 140-41 designed for simultaneous measurement. OUTPUT 140-41 function is set to AUX	Calibrator's output signals are available only at the terminals located at the cable adapter; ranges are limited to: - DC voltage up to 20 V - DC current up to 20 mA - four-wire resistance measurement.	The multimeter can be used without limitations and in full ranges. SGS sensors can be connected.	140-41 cable adapter connected onto calibrator's terminals. OUTPUT 140-41 AUX
4	The calibrator is used with 140-41 designed for simultaneous measurement. OUTPUT 140-41 function is set to PANEL.	Calibrator's output signals are only available at the terminals located at the front panel in full ranges and can be fully used. Calibrator's output signals are not available at the terminals of the cable adapter.	The multimeter can be used without limitations and in full ranges. SGS sensors cannot be connected	140-41 cable adapter connected onto calibrator's terminals. OUTPUT 140-41 PANEL
5	The calibrator is used with Option 40 Canon – 2 banana cable end.	Calibrator's output signals are not limited in any way and can be fully used. Calibrator's output signals are only available on the terminals located at the front panel.	The multimeter can be used in the following ranges: - DC voltage up to 12 V - DC voltage up to 25 mA - frequency up to 15 kHz.	Option 40 Cable, connected onto calibrator's AUXILIARY connector.
6	The calibrator is used with Option 60 Canon – 4 banana cable end..	Calibrator's output signals are not limited in any way and can be fully used. Calibrator's output signals are only available at the terminals located at the front panel.	The multimeter can only be used in the following ranges: - temperature using TC sensors - temperature using RTD sensors - resistance up to 2 kOhm SGS sensors cannot be connected.	Option 60 cable end , connected onto calibrator's AUXILIARY connector
7	The calibrator is used with Option 70 Canon – 4 terminals.	Following output signals can be set only: - resistance in four-wire connection – resistance temperature sensor simulation in four-wire connection Output signals are available on adapter Option 70 only.	Multimeter cannot be used. If the multimeter is activated, FAIL error message appears.	Cable adapter Option 70, installed on AUXILIARY connector.

If current is drawn from +I and –I output terminals located at 140-41 cable adapter, +I and –I output terminals located at calibrator’s front panel must not be connected simultaneously.

“Operating examples“ chapter provides examples of correct connection during simultaneous measurements.

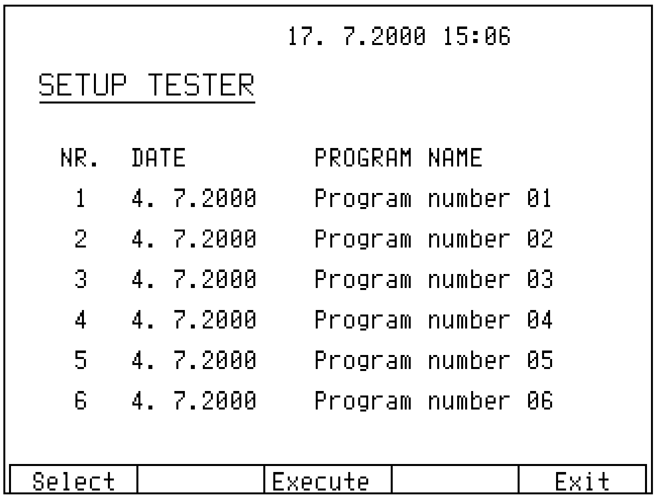
Tester

The calibrator includes an application SW, which facilitates automated testing of regulators and transducers. Tester function combines the use of the calibrator as the source of precision signal with automatic change of output signal, while the response of the unit being tested is measured by the calibrator's built-in multimeter. The calibrator is capable of subsequent processing of measured values, providing PASS/FAIL indication.

Tester function comprises of performance of a programmed sequence of up to 10 steps. For each step, the type and value of output signal and the type and tolerance of input signal can be defined. If the input signal is not within the tolerance limit, the respective step of the test program is considered failed. The time between individual steps can be set as well.

Basic menu

- Press SETUP display button to enter the Tester mode. After the button is pressed, the bottom line of the display shows TESTER option. Press the respective display button to open the menu of test programs.
- The menu includes a sequence number of the test program, date of creation and program name.

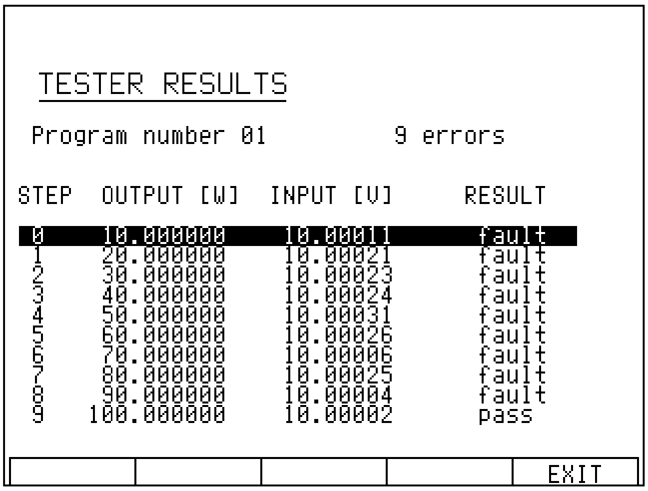


- Use the cursor buttons or the knob of the potentiometer to select the desired test program. Press EXECUTE display button to execute the program or SELECT to edit the program.

Execution of test program

After EXECUTE display button is pressed to execute the test program, the calibrator displays a screen with set parameters of output signal and set configuration of the multimeter. The calibrator displays PROGRAM NUMBER and STEP information above the main output data when the test program runs. PROGRAM NUMBER xx, where xx can be 00 to 09, designates the test program which currently runs. STEP (max. 10) designates current step of the program.

After the test program concludes, the calibrator displays a table showing the results. The table includes the sequence number of each step, set output value of the calibrator, the value measured by the multimeter and the result of the respective test step (PASS/FAIL).

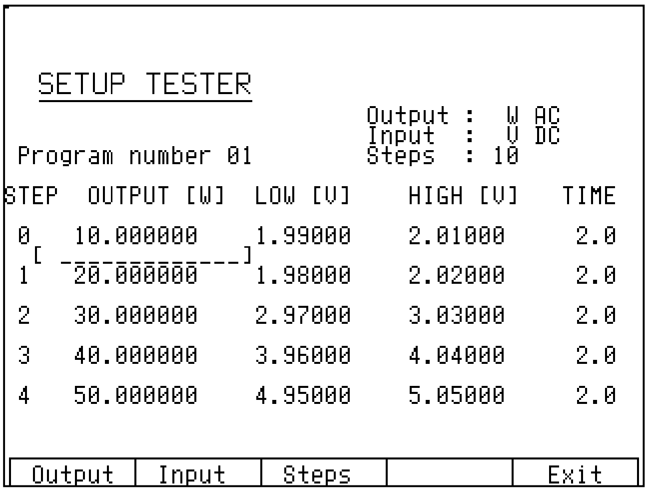


Total number of failed steps is displayed above the table (xx ERRORS) along with the designation of performed test.

After reviewing the results of the test, press EXIT display button to return to the previous level. The test can be interrupted by pressing CANCEL button.

Programming the test

Test procedures can be programmed after you select a procedure in the basic Tester menu and press SELECT display button. The calibrator displays a programming table.



Two basic test parameters can be set:

- definition of the type of input and output signals and the number of steps
- numeric values for each step

Setting the type of signals and the number of steps

Type of output signal can be set using OUTPUT display button. Press the button repeatedly to select the signal which will be generated at the output terminals after the test program is executed. The following options are available:

VDC – VAC – ADC – AAC – WDC – WAC – R – C – T RTD – T TC – F PWM – F HF

Selected type of output signal is displayed in the header of the programming table, “Output” column. The values in the table change when the type of the output signal is changed.

Type of measured signal (input) can be set using INPUT display button. Press the button repeatedly to select the signal which will be measured at the input terminals by the built-in multimeter after the test program is executed. The following options are available:

V DC – mA DC – mV DC – R 4W – Freq – T TC – T RTD

Explanation of symbols:

V DC	DC voltage measurement in 12 V range
mA DC	DC current measurement in 25 mA range
mV DC	DC voltage measurement in 20 mV to 2 V range(automatic range switching)
R 4W	four-wire measurement of resistance
Freq	measurement of frequency up to 15 kHz
T TC	measurement of temperature using thermocouple
T RTD	measurement of temperature using resistance temperature sensor

If T TC or T RTD functions are used, the parameters set for the multimeter mode apply. The settings include the type of unit of measurement (K – °C), temperature scale (ITS68 – PTS90), sensor type, temperature of cold junction of thermocouple (RJ) and resistance at 0 °C.

Selected type of input signal is displayed in the header of the programming table, “Input” column. The values in the table change when the type of the input signal is changed.

Number of test steps can be set by pressing STEPS display button in the range 1 to 10. Set number of steps is displayed in the header of the programming table, “Steps” column. The number of the rows in the table changes when the number of steps is changed. You can select the lines in the table by pressing ∨, ∧ buttons or by turning the knob of the potentiometer.

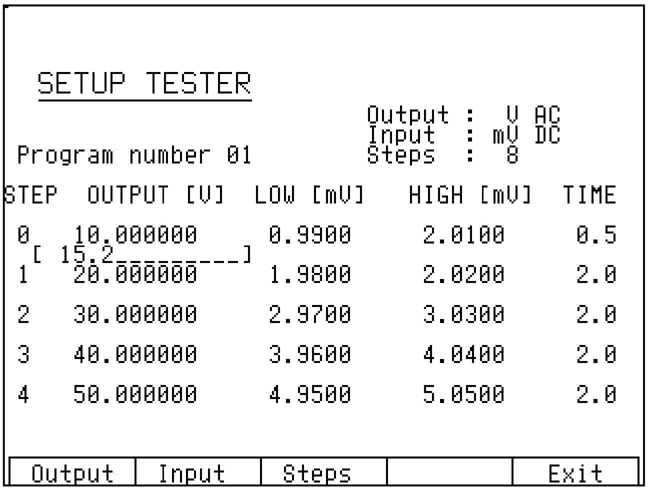
Setting the numeric values of the test

After the type of output signal is selected, numeric values of individual steps can be set. The following parameters can be set for each step:

5. Value of OUTPUT signal. The range valid for the respective output signal can be used.
   If DC voltage or DC current are programmed, only the voltage or current can be set, not the frequency. The calibrator uses the frequency which has been previously set for the respective output function.
   If PWM or HF frequency output is selected, only the frequency can be set. The calibrator uses the output voltage and duty cycle which has been previously set for the respective output function.
   If power output (W AC, W DC) is selected, only W can be selected. The calibrator uses constant voltage, power factor (phase) and frequency which have been previously set in power generation mode. Change of power set in the programming table is achieved by change of output current during the test.
6. Lower tolerance limit of input value (LOW). The limit can be set within the selected range of the multimeter.
7. Upper tolerance limit of input value (HIGH). The limit can be set within the selected range of the multimeter.
8. Duration of each program step in seconds (TIME). Setting range is 0.5 to 100 s.

Programming of values is done as follows:

- Select the value to be changed by cursor buttons or the knob of the potentiometer.
- Enter the numeric value using the units of measurement displayed in the header of the table.



- Confirm the entry by pressing ENTER. New entry is copied to the respective position.
- This way, all numeric entries in the table can be changed.
- Press EXIT display button to return to the previous level when the programming is complete.

Note:
When the test program is executed, all steps are performed.
Within one test program, only one type of input signal and output signal can be used. It is impossible to switch to other function of the calibrator in the middle of a program.

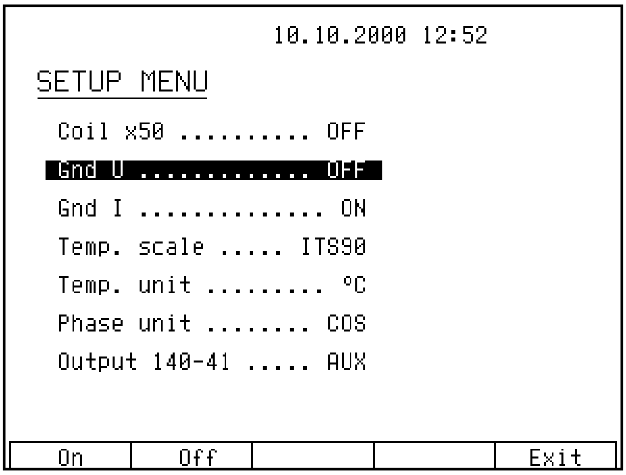
Setting the relays

SWITCH POLARITY and SWITCH ACTIVITY items of SETUP MENU are used to set-up the relay. The following table lists the states of the relay depending on the values of SWITCH POLARITY, SWITCH ACTIVITY and the test result.

SETUP MENU		RELAY BEFORE TEST	TEST RESULT	RELYA AFTER TEST
Switch polarity	OFF	disconnected	FAIL	disconnected
Switch activity	PASS		PASS	connected
Switch polarity	ON	connected	FAIL	connected
Switch activity	PASS		PASS	disconnected
Switch polarity	OFF	disconnected	FAIL	connected
Switch activity	FAIL		PASS	disconnected
Switch polarity	ON	connected	FAIL	disconnected
Switch activity	FAIL		PASS	connected

Setup menu

The multifunction calibrator allows many other, less frequently used parameters to be set. Setup menu is used to set these parameters. Setup menu is opened by pressing SETUP display button. If output terminals are connected, they will be disconnected and the following display appears:



Use ∧ or ∨ cursor button or the knob of the potentiometer to browse the menu options. Active option is always inverted and when changed, the descriptions of display buttons change as well. Display buttons show how the respective parameter can be set. Each parameter can be changed after the knob of the potentiometer is pressed. Press EXIT display button twice to save the parameters when the setting is completed. New settings are retained when the calibrator is switched off. Setup menu offers the following options:

25. ***Coil x50 .... xx*** ***ON / OFF***

26. ***GND U .... xx*** ***ON/OFF***

27. ***GND I .... xx*** ***ON/OFF***

This parameter connects Lo (-I) to GND. In practice this means that Lo (-I) terminal is grounded. By pressing the display buttons, the terminal can be grounded or ungrounded. OFF is set by the manufacturer, output terminals are not grounded.

It is recommended to ground only the voltage channel GND U ON, GND I OFF, for all ranges except the generation of power or energy. If the meter to be calibrated has Lo terminal grounded, it is recommended to unground both outputs of the calibrator, GND U OFF, GND I OFF to exclude ground loops.

Note

If neither the calibrator’s output, nor the meter’s inputs are grounded, signal/noise ratio can arise at the calibrator’s output.

28. ***Temp.scale .... xx*** ***ITS90/PTS68***

29. ***Temp.unit .... xx*** ***°C/K***

30. ***Phase.unit .... xx*** ***°/cos***

31. ***Output 140-41 .... xx*** ***AUX/PANEL***

This parameter allows the output terminals to be selected. AUX means that the output signals are present only at the cable adapter’s terminals, PANEL means that the output signals are present only at the front panel.

32. ***Meter average .... xx*** ***UP/DOWN***

Displays the number of measurements taken before the average value of build-in multimeter is displayed (integration constant). UP, DOWN display buttons can be used to select a value in the range of 1 to 20. The higher the value, the longer the calibrator needs to measure a value, but displayed value is more stable. If 20 is set, one measurement takes approximately 2.5 s.

33. ***Interface .... xx*** ***GPIB/RS232***

34. ***GPIB address .... xx*** ***UP/DOWN***

35. ***RS232 baud rate .... xx*** ***UP/DOWN***

36. ***Handshake .... xx*** ***OFF/Xon-Xoff***

Indicates the communication handshake. Display buttons can be used to select OFF or Xon/Xoff. Perfect communication with the PC requires equal values set at the PC and the calibrator.

37. ***Keyb.beep .... xx*** ***ON/OFF***

38. ***Keyb.volume .... xx*** ***UP/DOWN***

39. ***Brightness .... xx*** ***UP/DOWN***

40. ***Rotary change .... xx*** ***ON/OFF***

This parameter controls the range of functions of the potentiometer. If ON is set, the potentiometer can move the cursor both to the left and right (← and → symbols) and up and down (∧ and ∨ symbols). If OFF is set, the potentiometer can move the cursor up and down only (∧ and ∨ symbols).

41. ***Switch polarity .... xx*** ***ON/OFF***

This parameter controls the function of the built-in relay. If ON is set, the relay is closes before the test. If OFF is set, the relay is opens before the test.

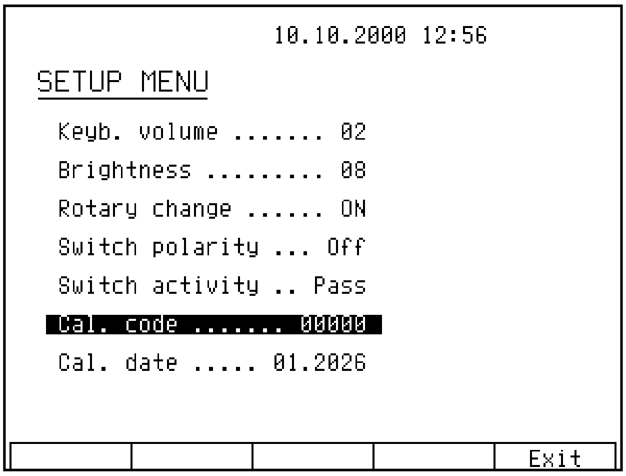
42. ***Switch activity .... xx PASS/FAIL***

This parameter controls the function of the built-in relay. If PASS is set, the relay is active (changes its status) if the test results in PASS status. If FAIL is set, the relay is active (changes its status) if the test results in FAIL status.

43. ***Cal.code 00000***

Entry of calibration code. Calibration code is a five-digit number, which must be entered to access the calibration mode. If the calibration code is set to “00000”, this information is displayed in the Setup menu. Calibration code can be changed. New calibration code can be directly entered using numeric keyboard and confirmed by pressing ENTER. If non-zero calibration code is set, correct calibration code must be entered to access the calibration mode. Non-zero calibration code is not displayed further on the display.

The purpose of the calibration code is to prevent unauthorized users from changing the calibration of the



instrument.

Note

It is advisable to write down actual calibration code if changed. If you forget the calibration code, you have to send the calibrator to the manufacturer.

44. ***Cal.date .... xx.yyyy***

Displays the date of last calibration of the calibrator (month/year).

45. ***Serial No .... xxxxxx***

46. ***Time .... xx:yy***

47. ***Date .... xx.yy.zzzz***

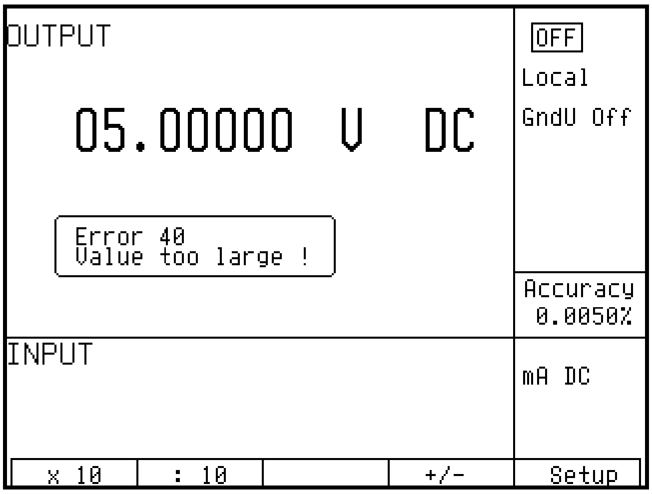
48. ***Time on display xx   ON/OFF***

Error messages

If an error occurs during the calibrator's operation or control, error message is displayed on the display. Errors can be caused by:

- incorrect control using the front panel, i.e. attempts to force a prohibited mode, e.g. setting an out-of-range value, overloading of output terminals etc.,
- fault of the calibrator, e.g. internal communication error during the communication between individual functional blocks,
- incorrect control using the GPIB or RS-232 bus.

Below you can see a sample error message which appears when too large value is attempted to set up. All error messages are displayed in the center of the display.



The following table lists all error messages, their meaning and simple troubleshooting.

No error	*label*	*description*	*troubleshooting*
01	Overload 2V !	2V range overloaded	Output current is too high. Increase load resistance.
02	Overload 20V !	20 V range overloaded	Output current is too high. Increase load resistance.
03	Overload 200V !	200, 1000 V ranges overloaded	Output current is too high. Increase load resistance.
04	Overload I output !	Current output overloaded	Voltage on the load is too high. Decrease load resistance.
05	High temperature !	Too high internal temperature	Output stages are overloaded. Do not use ranges 200V, 1000V or 20 A for at least 10 minutes. Check if the ventilation holes are free.
06	Overload RC !	RC simulator overloaded	Test current is too high. Use lower range of tested Ohmmeter.
07	FBK error !	Internal error	Turn off the calibrator and turn on it again.
08	OUTPUT must be in OFF state !	Cable adapter tried to be exchanged while output terminals was ON	Switch off output terminals with button OUTPUT, change the adapter, and switch output terminals on.
10	Interface error !	GPIB communication error	Wrong data format on GPIB.
11	Bad command !	Bad command of GPIB	Not known command on GPIB.
12	Bad communication !	GPIB communication error	Listener not connected to the GPIB. Check correct connection of GPIB cable.
13	Over range !	Overcrossing the range via GPIB	Value out of range was set via GPIB. Set correct value.
20	Bad calib. code !	Bad calibration code	Wrong calibration code was entered, calibration cannot start. Enter correct calibration code.
21	Time warm up !	Attempt to start calibration before warm up	Attempt to start calibration before 60 minutes warm up period. Let the calibrator turned on for at least 60 minutes.
24	Cable adapter must be off !	Adapter isn’t allowed for autocalibration	Use another cable adapter or perform autocalibration procedure without cable adapter.
25	Use cable adapter !	Attempt to start calibration without cable adapter.	Calibration of resistance ranges can be performed with adapter Option 70. Calibration of internal multimeter can be performed with cable adapters Option 40 and Option 60.
30	Internal RxD timeout !	Internal error	Internal error of the calibrator. Turn the calibrator off and after 5 s turn on. If the error will appear again, contact manufacturer.
31	Internal communication !	Internal error	Internal error of the calibrator. Turn the calibrator off and after 5 s turn on. If the error will appear again, contact manufacturer.
37	Calibrator is not ready !	Internal error	Internal error of the calibrator. Turn the calibrator off and after 5 s turn on. If the error will appear again, contact manufacturer.
40	Value too large !	Maximum value is out of limit	Attempt to set value over possible range. Set correct value.
41	Value too small !	Minimum value is out of limit	Attempt to set value under possible range. Set correct value.
42	Deviation too large !	Deviation is too high	Set deviation is out of limit –30% to +30%. Set correct value.
44	Unable +/- !	Change of polarity is not allowed	Attempt to change polarity, where it is not allowed.. Concerned modes F, P-E, R-C, ACV, ACI.
45	Unable – polarity !	Negative polarity is not allowed.	Attempt to set negative polarity, where it is not allowed.. Concerned modes F, P-E, R-C, ACV, ACI.
46	Unable DC/AC !	DC/AC conversion is not possible	Attempt to change parameter AC/DC where it is nonsense or where it is not allowed.
47	Current timeout !	Time limit for current over 10 A exceeded	Long-term loading current terminals with output current over A.
48	Not allowed on AUX output !	Function cannot be used on output AUXILIARY	Do not use this setting in combination with connected cable adapter.

Calibrator's maintenance

The multifunction calibrator is electronic instrument with microprocessor control. All blocks which are heavily loaded during the operation are cooled by a fan.

Rules for correct operation

Especially the following rules should be adhered to guarantee correct operation of the calibrator:

- ***The calibrator can only be switched on and off by pressing the mains switch located at the rear panel.***
- ***Do not connect the calibrator to other voltage than set by the voltage selector.***
- ***Do not block the vent openings located at the rear panel and bottom panel.***
- ***The calibrator must not be operated in dusty environment. It was designed to be used in a laboratory.***
- ***No liquid or small objects can be permitted to enter the calibrator through the vent openings..***
- ***Do not switch the calibrator outside its operating temperature range.***
- ***Connect the instruments to be calibrated to proper output terminals. There is no way of protecting the calibrator from the damage caused by some improper connections.***
- ***Do not damage the output terminals by plugging in "bananas" thicker than the terminals were designed for.***
- ***Whenever possible, use the setup menu to ground Lo output terminal (GND U ON setup function).***
- ***Do not overload the power stages by leaving the calibrator switched on with the load connected for a long time, especially on 20 A current range and 200V and 1000 V voltage ranges.***
- ***If the instruments to be calibrated are not connected to calibrator's output terminals using original cables, ensure that cables suitable for the calibration voltage and current are used. Maximum output voltage can reach 1000 V AC and the maximum output current can reach 20 A AC.***

Regular maintenance

The calibrator does not require any special maintenance of electrical or mechanical parts. If is gets dirty, the case and the display can be cleaned by a wool rag moistened with alcohol.

The calibrator should be calibrated in the recommended 12-month intervals. A calibration center should perform the calibration.

What to do in case of failure

If an **obvious failure** occurs during the operation (e.g. the display is not lit, the fan is not turning), the calibrator must be switched off immediately. First, check the fuse located in the power cord receptacle. Procedure is following:

- Remove the end of power cord from the mains connector at the rear panel.
- Insert the blade of a flat screwdriver into the opening cut in the mains voltage selector and pry out the fuse holder.

- Remove the fuse. Replace it with new fuse of the same rating if the fuse was broken.
- Replace the fuse holder, reconnect the power cord and switch on the calibrator. If the problem persists, contact the manufacturer.

If an obvious fault is evidenced, e.g. a measurement range or an operating mode is not functional, the user cannot correct the fault. Contact the manufacturer.

Hidden faults can cause different symptoms and be caused by different causes. Usually, they cause instability of some parameter. Hidden defects can be caused by unacceptable distortion, degraded insulation etc. In this case contact the manufacturer.

Sometimes it seems that the calibrator has hidden defect, when the rules for correct operation are not adhered to. In this case, the fault is caused by the operator. Most frequent cases of false “hidden defects”:

- mains voltage out of tolerance limits or unstable
- wrong grounding of the measurement circuit (bad connection of the ground terminal of the mains outlet, or several ground connection when grounding loops are formed)
- proximity to sources of intensive influence, whose products are spread through the mains or propagated by the electromagnetic field
- strong electrostatic or electromagnetic field which can cause major instability during calibration using higher impedance.

Performance Verification test

Procedure recommended for verifying parameters of the calibrator is described in this chapter. During tests it is not necessary access to the interior of the instrument.

Required equipment

Following instruments are required for performance verification test:

- 81/2 digit multimeter with accuracy 0.001 % on DC voltage
- resistance shunt 10 mΩ, 100 mΩ with accuracy 0.01%
- RLC meter with accuracy 0.1 %
- counter with accuracy 0,001 %
- powermeter 0.02- 0.05 %
- resistance standard 100 Ohm, 1000 Ohm with accuracy 0.005%

Configuration of the calibrator

Calibrator should be tested directly from the front panel terminals and without use of terminal adapter 140-01 or 140-41. For build-in multimeter testing cable adapters Option 40 and Option 60 are recommended. To suppress influence of noise or interference with power line frequency in measuring circuit it is recommended following setting of the calibrator (in SETUP MENU):

- ***Coil x50*** ***OFF***
- ***GND U*** ***ON (in capacitance test OFF)***
- ***GND I*** ***ON (in capacitance test OFF)***

Note: It is recommended to ground only the voltage channel GND U ON, GND I OFF, for all ranges except the generation of power or energy. If the meter to be calibrated has Lo terminal grounded, it is recommended to un-ground both outputs of the calibrator, GND U OFF, GND I OFF to exclude ground loops.

If it is grounded neither calibrator nor standard meter, higher level can occur on the output terminals.

In general, when calibrator is connected to the standard meter, ground loops can be arise through power line connection. Ground loops can result apparently worse noise, short term stability or non-harmonic distortion of output signal. If necessary use toroidal chokes to suppress this products.

- ***Meter average*** ***05***

In all other items in SETUP MENU the setting of parameters don't influence accuracy of the calibrator.

Use sin waveform of the output signal on all AC tests.

Performance verification may be performed after warm-up period i.e. 1 hour after switching on. Calibrator have to be in temperature stabilize condition at minimum 8 hours before performance verification test is started.

Basic steps of the performance verification test

Verification procedure consists of following steps:

- **20 V DC voltage** test with linearity check
- **DC voltage** internal ranges 20 mV, 200 mV, 2 V, 240 V, 1000 V test
- **20 V AC voltage** test with linearity check
- **AC voltage** internal ranges 20 mV, 200 mV, 2 V, 20V, 240 V, 1000 V test
- **200 mA DC current** test with linearity check
- **DC current** internal ranges 200 uA, 2 mA, 20 mA test
- **AC current** internal ranges 200 uA, 2 mA, 20 mA, 200 mA test
- **AC/DC high current** ranges 2 A, 20 A test
- **AC/DC power** 480VA 2400VA (AC power with PF 0, +0.5, -0.5) test
- **Resistance** test in points 10, 100, 1k, 10k, 100k, 1M, 10M, 50M Ohm on DC
- **Capacitance** test in points 1n, 10n, 100n, 1u, 10u, 50u F on frequency 1000 Hz
- **Frequency** nominal value 1 kHz test
- **Multimeter** internal ranges 20 mVDC, 200 mVDC, 2 VDC, 10VDC, 25mADC, 200 Ohm, 2 kOhm, frequency 1 kHz test
- **Distortion** checking of AC voltage, range 20 V.

Procedure

Following part describes procedure of performance verification test. Recommended measuring points are the same as the points in table of limits (see tables bellow).

31. Connect the calibrator to the mains and let them switched on for at least one hour in a laboratory at 23±1 ^{o}C.
32. Perform ACAL procedure (see chapter Calibration mode).
33. Connect voltage input of the standard multimeter to the voltage output terminals of the calibrator. Set appropriate parameters on the standard multimeter to achieve its best accuracy.
34. Perform 20 VDC linearity, DC voltage, 20 VAC linearity, AC voltage tests according to the tables I, II, III, IV. Deviations should not exceed specified limits.
35. Connect current input of standard multimeter to the current output terminals of the calibrator. Set appropriate parameters on the standard multimeter to meet its best accuracy.
36. Perform 200 mADC linearity, DC current, AC current tests according to the tables V, VI, VII. Deviations should not exceed specified limits.
37. Connect current output terminals of the calibrator to the current terminals of resistance shunt 100 mOhm. Connect voltage input of standard multimeter to the voltage terminals of the resistance shunt. Set range 100 (200)mV on standard multimeter.
38. Perform AC/DC high current test on range 2 A according to the table VIII. Deviation should not exceed specified limit.
39. Connect current output terminals of the calibrator to the current terminals of resistance shunt 10 mOhm. Connect voltage input of standard multimeter to the voltage terminals of the resistance shunt. Set range 100 (200)mV on standard multimeter.
40. Perform AC/DC high current test on range 20 A according to the table VIII. Deviation should not exceed specified limit.

41. Connect standard powermeter to the appropriate output and current terminals of the calibrator.

42. Perform AC/DC power test according to the table IX. Deviations should not exceed specified limits.

43. Connect voltage terminals of the calibrator to the Hi/Lo and Sense H/L terminals respectively of the standard multimeter. Set resistance mode on multimeter and calibrator as well. Use four-wire technique for connection of multimeter for testing on nominal values bellow 10 kOhm. Use autozero function of standard multimeter to eliminate thermoelectric voltages and residual resistances of multimeter and cables before measuring.

44. Connect adapter Option 70 to the AUXILIARY connector. Perform resistance test according to the table X. Deviations should not exceed specified limits.

45. Connect voltage terminals of the calibrator to the RCL meter. Switch GND U and GND I OFF in SETUP MENU (In common RCL meters measuring circuit must not be grounded). Connect source terminal of RCL meter to the Lo output terminal of the calibrator.

46. Perform capacitance test according to the table XI. Deviations should not exceed specified limits.

47. Connect output voltage terminals of the calibrator to the counter. Set output voltage 1 VAC, frequency 1 kHz.

48. Perform frequency test according to the table XII. Deviation should not exceed specified limit.

49. Connect Option 40 cable adapter to the auxiliary connector on the front panel. Connect Lo banana of the adapter to the Lo output terminal on the calibrator. Connect Hi banana of the adapter to the Hi output terminal on the calibrator. Set appropriate value of frequency and DC voltage range 20V on the calibrator (frequency and 10 V DC range on build in meter) according to the table XIII.

50. Perform multimeter test in points FREQUENCY 1000Hz and 10 VDCV. Deviations should not exceed limits in the tables bellow.

    Note : Because accuracy of calibrator output is not accurate enough in all points, use external standard counter (frequency) or multimeter (DC voltage) connected in parallel to the output terminals to obtain exact value on the output.

51. Connect Option 40 cable adapter to the +I, -I output terminals of the calibrator. Set appropriate value of output DC current.

52. Perform multimeter test on range 25 mA DC, i.e. point 19 mA DC (see table of limits) according to the table XIII. Deviation should not exceed specified limit.

53. Connect Option 60 cable adapter to the auxiliary connector on the front panel. Set in SETUP MENU of build-in meter function DC voltage, range 2V. Connect together Hu and Lu terminals (banana) of the adapter to make short and use ZERO function of the meter to reset zero point of the meter.

54. Connect terminal Hu of the adapter with output terminal Hi on calibrator. Connect terminal Lu of the adapter with output terminal Li on the calibrator.

55. Set appropriate values of DC voltage on the calibrator according to the table XIII and perform test of meter DC voltage ranges 20mV, 200mV and 2V. Deviation should not exceed specified limit.

    Note : Because accuracy of calibrator output is not accurate enough in all points, use external standard multimeter connected in parallel to the output terminals to obtain exact value of DC voltage on the output terminals.

56. Disconnect Option 60 from output terminals Hi, Li. Set resistance function in SETUP MENU of build-in meter. Make four-wire short on the Option 60 banana terminals. Use ZERO function of the build-in meter to exclude parameters of the adapter. Connect standard resistor 100 Ohm to the adapter. Use four-terminal technique.

57. Perform multimeter test on resistance range 200 Ohm according to the table XIII. Deviation should not exceed specified limit.

58. Use the same procedure to test resistance range 2000 Ohm.

59. Disconnect cable adapter Option 60 and connect distortion meter to the voltage output terminals of the calibrator. Set output voltage 10 VAC, frequency 1000 Hz and sin waveform.

60. Check harmonic distortion of output signal. It should not exceed 0.05%.

If calibrator is out of limits is in some points of this test, appropriate function and range should be recalibrated. It is not necessary to recalibrate all functions, but only this one, which does not meet specification. See chapter Calibration mode, where recalibration procedure is described.

Tables of limits

20 V DC Basic range with linearity test

Function	Range	Value (V)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
V-DC	20.0 V	2.0		0.008
V-DC	20.0 V	4.0		0.006
V-DC	20.0 V	6.0		0.005
V-DC	20.0 V	8.0		0.004
V-DC	20.0 V	10.0		0.004
V-DC	20.0 V	12.0		0.004
V-DC	20.0 V	14.0		0.004
V-DC	20.0 V	16.0		0.004
V-DC	20.0 V	18.0		0.004
V-DC	20.0 V	19.0		0.004
V-DC	20.0 V	-2.0		0.008
V-DC	20.0 V	-4.0		0.006
V-DC	20.0 V	-6.0		0.005
V-DC	20.0 V	-8.0		0.004
V-DC	20.0 V	-10.0		0.004
V-DC	20.0 V	-12.0		0.004
V-DC	20.0 V	-14.0		0.004
V-DC	20.0 V	-16.0		0.004
V-DC	20.0 V	-18.0		0.004
V-DC	20.0 V	-19.0		0.004

Table I

DC voltage test

Function	Range	Value (V)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
V-DC	2.0 V	1.9		0.004
V-DC	2.0 V	-1.9		0.004
V-DC	240.0 V	190.0		0.004
V-DC	240.0 V	240.0		0.003
V-DC	240.0 V	-190.0		0.004
V-DC	240.0 V	-240.0		0.003
V-DC	1000.0 V	1000.0		0.010
V-DC	1000.0 V	-1000.0		0.010

Table II

20 V AC Basic range with linearity test

Function	Range	Value (V)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
V-AC	20.0 V	2.0	1000	0.075
V-AC	20.0 V	4.0	1000	0.050
V-AC	20.0 V	6.0	1000	0.042
V-AC	20.0 V	8.0	1000	0.037
V-AC	20.0 V	10.0	1000	0.035
V-AC	20.0 V	12.0	1000	0.033
V-AC	20.0 V	14.0	1000	0.032
V-AC	20.0 V	16.0	1000	0.031
V-AC	20.0 V	18.0	1000	0.031
V-AC	20.0 V	19.0	1000	0.030

Table III

AC voltage test

Function	Range	Value (V)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
V-AC	20 mV	0.019	1000	0.358
V-AC	200 mV	0.19	1000	0.142
V-AC	2.0 V	1.9	1000	0.030
V-AC	20.0 V	19.0	50	0.030
V-AC	20.0 V	19.0	120	0.030
V-AC	20.0 V	19.0	10000	0.030
V-AC	20.0 V	19.0	20000	0.082
V-AC	20.0 V	19.0	50000	0.082
V-AC	240.0 V	190.0	1000	0.036
V-AC	1000 V	750.0	120	0.057

Table IV

200 mA DC Basic range with linearity test

Function	Range	Value (A)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
A-DC	200.0 mA	0.02		0.040
A-DC	200.0 mA	0.04		0.025
A-DC	200.0 mA	0.06		0.020
A-DC	200.0 mA	0.08		0.018
A-DC	200.0 mA	0.10		0.016
A-DC	200.0 mA	0.12		0.015
A-DC	200.0 mA	0.14		0.014
A-DC	200.0 mA	0.16		0.014
A-DC	200.0 mA	0.18		0.013
A-DC	200.0 mA	0.19		0.013
A-DC	200.0 mA	-0.02		0.040
A-DC	200.0 mA	-0.04		0.025
A-DC	200.0 mA	-0.06		0.020
A-DC	200.0 mA	-0.08		0.018
A-DC	200.0 mA	-0.10		0.016
A-DC	200.0 mA	-0.12		0.015
A-DC	200.0 mA	-0.14		0.014
A-DC	200.0 mA	-0.16		0.014
A-DC	200.0 mA	-0.18		0.013
A-DC	200.0 mA	-0.19		0.013

Table V

DC current test

Function	Range	Value (A)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
A-DC	200.0 uA	0.00019		0.061
A-DC	200.0 uA	-0.00019		0.061
A-DC	2.0 mA	0.0019		0.025
A-DC	2.0 mA	-0.0019		0.025
A-DC	20.0 mA	0.019		0.013
A-DC	20.0 mA	-0.019		0.013

Table VI

AC current test

Function	Range	Value (A)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
A-AC	200.0 uA	0.00019	60	0.161
A-AC	2.0 mA	0.0019	60	0.081
A-AC	20.0 mA	0.019	60	0.055
A-AC	20.0 mA	0.019	120	0.055
A-AC	20.0 mA	0.019	1000	0.055
A-AC	20.0 mA	0.019	1000	0.055
A-AC	200.0 mA	0.19	60	0.055

Table VII

AC/DC high current test

Function	Range	Value (A)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
A-DC	2.0 A	1.0		0.025
A-DC	2.0 A	-1.0		0.025
A-AC	2.0 A	1.0	60	0.060
A-DC	10.0 A	10.0		0.040
A-DC	10.0 A	-10.0		0.040
A-AC	10.0 A	10.0	60	0.160

Table VIII

AC/DC power test

Function	Range	Value (VA)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
P 1	480W	480	60	0.07
P 0,5LA	480W	240	60	0.46
P 0,5LE	480W	240	60	0.46
P 1	2400W	2400	60	0.14
P 0,5LA	2400W	1200	60	0.77
P 0,5LE	2400W	1200	60	0.77

Table IX Voltage = 240V

Resistance test

Function	Range	Value (Ohm)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
O-4W	100.0 Ohm	10.0	DC	0.130
O-4W	100.0 Ohm	100.0	DC	0.015
O-4W	1000 Ohm	1000.0	DC	0.015
O-4W	10k Ohm	10000.0000	DC	0.015
O-4W	100k Ohm	100000.0000	DC	0.015
O-4W	1M Ohm	1.000000e+6	DC	0.050
O-4W	10M Ohm	1.000000e+7	DC	0.200
O-4W	50M Ohm	5.000000e+7	DC	0.500

Table X

Capacitance test

Function	Range	Value (F)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
CAP	1 nF	1.00000e-09	1000	2.000
CAP	10 nF	1.000000e-8	1000	0.500
CAP	100 nF	1.000000e-7	1000	0.500
CAP	1 uF	1.000000e-6	500	0.500
CAP	10 uF	1.000000e-5	300	1.500
CAP	50 uF	5.000000e-5	300	2.000

Table XI

Frequency test

Function	Range	Value (Hz)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
FREQ	1 kHz	1000.0		0.005

Table XII

Multimeter test

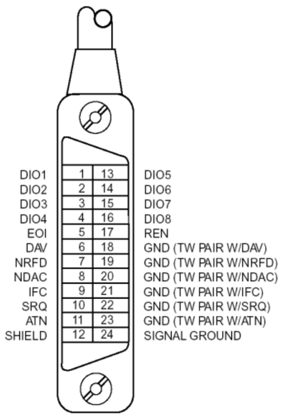
Function	Range	Value (Hz)	Frequency (Hz)	Deviation allowed(%value)
FREQ	1 kHz	1000.0 Hz		0.005
V-DC	10 V	10.0 V		0.013
V-DC	10 V	-10.0 V		0.013
A-DC	25 mA	0.019 A		0.017
A-DC	25 mA	-0.019 A		0.017
V-DC	20 mV	0.019 V		0.057
V-DC	20 mV	-0.019 V		0.057
V-DC	200 mV	0.19 V		0.024
V-DC	200 mV	-0.19 V		0.024
V-DC	2 V	1.9 V		0.020
V-DC	2 V	-1.9 V		0.020
O-4W	200 Ohm	100.0 Ohm		0.030
O-4W	2 kOhm	1000.0 Ohm		0.021

Table XIII

System control

The calibrator includes standardized IEEE-488 bus and RS232 serial line. System connectors are located at the rear panel. For the remote control to work properly, bus parameters must be set in the system menu. For IEEE-488 bus, address is important (0 to 30 setting range). For RS232 bus, communication speed can be set (150 to 19200 Bd) and software handshake XON/XOFF can be set. The calibrator can be only controlled by one interface at a time. It is therefore necessary to select one of the interfaces (GPIB/RS232) using the system menu.

IEEE-488 bus properties



The instrument performs the following functions based on GPIB bus commands:

SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, SR1

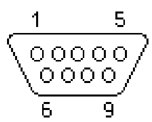
The instrument also recognizes the following general commands:

DCL Device Clear
SDC Selected Device Clear
EOI End or Identify Message Terminator
GTL Go To Local
LLO Local Lock Out
SPD Serial Poll Disable
SPE Serial Poll Enable

RS232 bus properties

To transfer the data using RS232 bus, 8N1 data format is used, i.e. each data word includes 8 bits, no parity and one stop bit. The communication speed can be set using the system menu. Available values: 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 and 19200 Bd. Software handshake (communication control) XON/XOFF can be set to control the transfer of the data through the bus.

RS-232 connector layout



Pin	Label	Direction	Note
2	TXD	output	transmitter
3	RXD	input	receiver
5	GND	-	ground

9-pin connector D-SUB MALE

Cable between the calibrator and PC (configuration 1:1)

PC	D-Sub 1	D-Sub 2	M-140
Receiver	2	2	Transmitter
Transmitter	3	3	Receiver
Ground	5	5	Ground

Command syntax

The commands described in this chapter can be issued through both buses (IEEE-488 and RS232).

All commands listed in this chapter are explained in two columns:
KEYWORD and PARAMETERS.

KEYWORD column includes the name of the command. If a keyword is in brackets ([ ]), it is not mandatory. Non-mandatory commands are used only to achieve compatibility with language standard SCPI.

Capitals designate the abbreviated form of the commands; extended form is written in lowercase.

Command parameters are in brackets (<>); each parameter is separated using a comma. Parameters in brackets ([ ]) are not mandatory. Line (|) means “or” and is used to separate several alternative parameters.

Semicolon ‘;’ is used to separate more commands written on one line.
E.g. VOLT 2.5 ; OUTP ON

Note:
Each command must end in <cr> or <lf>. Both codes <crlf> can be used at the same time. The calibrator performs all commands written on one line of the program after it receives <cr>, <lf> or <crlf> code. Without this code, the program line is ignored.

Description of abbreviations

<DNPD> = Decimal Numeric Program Data, this format is used to express decimal number with or without the exponent.

<CPD> = Character Program Data. Usually, it represents a group of alternative character parameters. E.g. {ON | OFF | 0 | 1}.

? = A flag indicating a request for the value of the parameter specified by the command. No other parameter than the question mark can be used.

(?) = A flag indicating a request for the parameter specified by the command. This command permits a value to be set as well as requested.

<cr> = carriage return. ASCII code 13. This code executes the program line.

<lf> = line feed. ASCII code 10. This code executes the program line.

OUTPut subsystem

This subsystem allows to control the output terminals of CX 1651 calibrator, to activate the four-wire output or to switch the calibrator to x50 current coil (option 130-50).

Keyword	Parameters
OUTPut	
[:STATe] (?)	<CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
: ISELection (?)	<CPD> { HIGHi | HI50turn }

SOURce subsystem

This subsystem allows to control the individual functions of CX 1651 calibrator.

```
Keyword                                   Parameters

[SOURce]
   : FUNCtion
      [: SHAPe] (?)                        <CPD> { DC | SINusoid | PULPositive | PULSymmetrical |
                                                  PULNegative | RMPA | RMPB | TRIangle | LIMSinusoid |
                                                  PWMPositive | PWMSymmetrical | PWMNegative | .
                                                  SQUare }

   : VOLTage
      [: LEVEl]
         [: IMMediate]
            [: AMPLitude]  (?)                   <DNPD>

   : CURRent
      [: LEVEl]
         [: IMMediate]
            [: AMPLitude]  (?)                   <DNPD>

   : RESistance
      [: LEVEl]
         [: IMMediate]
            [: AMPLitude]  (?)                   <DNPD>

   : CAPacitance
      [: LEVEl]
         [: IMMediate]
            [: AMPLitude]  (?)                   <DNPD>

   : POWEr
      [: LEVEl]
         [: IMMediate]
            [: AMPLitude]  (?)                   <DNPD>
      : PHASe
         : UNITS (?)                             <CPD>  { DEG | COS }
         [: ADJust]  (?)                         <DNPD>
      : VOLTage
         [: LEVEl]
            [: IMMediate]
               [: AMPLitude]  (?)                <DNPD>
      : CURRent
         [: LEVEl]
            [: IMMediate]
               [: AMPLitude]  (?)                <DNPD>

   : EARTh
      : VOLTage (?)                              <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
      : CURRent (?)                              <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

   : AUXiliary (?)                               <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
      : ADAPter  (?)

   : FREQuency
      [: CW ] (?)                                <DNPD>
      : DUTY  (?)                                <DNPD>
      : VOLT (?)                                 <DNPD>
      : ATTE (?)                                 <DNPD>

   : TEMPerature
      : UNITs (?)                                <CPD> { C | CEL | K }
      : SCALe (?)                                <CPD> { TS68 | TS90 }
      : THERmocouple
```

[: LEVEl]
[: IMMediate]
[: AMPLitude] (?) <DNPD>

: RJUNction (?) <DNPD>
: TYPE (?) <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }
: PRT
[: LEVEl]
[: IMMediate]
[: AMPLitude] (?) <DNPD>
: TYPE (?) <CPD> { PT385 | PT392 | NI }
: NRESistance (?) <DNPD>

MEASure subsystem

This subsystem allows to control the internal multimeter of CX 1651 calibrator. It sets the multimeter's functions and reads measured values.

Keyword	**Parameters**
MEASure	
?	
: CONFigure	
: VOLTage	
: CURRent	
: MVOLTage	
: RESistance	
: FREQuency	
: TEMPerature	
: RTD	
: TYPE (?)	<CPD> { PT385 | PT392 }
: NRESistance (?)	<DNPD>
: THERmocouple	
: TYPE (?)	<CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }
: RJUNction (?)	<DNPD>
: SGS	
: VOLTage (?)	<DNPD>
: OFF	

TESTer subsystem

This subsystem allows to control features of CX 1651 calibrator when used as tester. It starts selected test procedure and reads its result.

Keyword	**Parameters**
TESTer	
: RUN	<DNPD>
: RESUlt ?	

Operation complete

***OPC** <cr>

This command sets the OPC bit in the ESR (Event Status Register) when all pending operations are complete.

Operation complete?

***OPC?** <cr>

This command returns “1” to the output queue after all pending operations are complete.

Operation complete?

***OPC?** <cr>

This command returns “1” to the output queue after all pending operations are complete.

Wait-to-Continue command

***WAI** <cr>

Prevents the instrument from executing any further commands or queries until all previous remote commands have been executed.

Reset

***RST** <cr>

This command resets the calibrator to its initial status.

Test operation

***TST?** <cr>

This command executes an internal self-test. Return the self-test result (“0” for pass or “1” for fail).

Status byte reading (IEEE488 only)

***STB?** <cr>

This query returns the Status Byte Register including the MSS bit.

Service Request Enable setting (IEEE488 only)

***SRE <value>** <cr>

This command sets condition of the Service Request Enable register. Since bit 6 is not used, the maximum entry is 191.

Service Request Enable reading (IEEE488 only)

***SRE?** <cr>

This query returns the Service Request Enable Register.

Event Status Register reading (IEEE488 only)

***ESR?** <cr>

This query returns the contents of the Event Status Register and clears the register.

Event Status Enable setting (IEEE488 only)

***ESE <value>** <cr>

This command programs the Event Status Enable register bits. If one or more of the enabled events of the Event Status Enable register is set, the ESB of Status Byte Register is set too.

Event Status Enable reading (IEEE488 only)

***ESE?** <cr>

This query returns the Event Status Enable register.

Clear status (IEEE488 only)

***CLS** <cr>

This command clears the Event Status Register and the Status Byte Register except the MAV bit and output queue.

Remote control

***REM** <cr>

This command activates the remote control. When the calibrator is controlled by GPIB bus, it goes to the remote control mode automatically. When remote control is active, the calibrator ignores all controls from the front panel, except LOCAL button.

Local control

***LOC** <cr>

This command activates the local control (using front panel buttons). When the calibrator is controlled by GPIB bus, it goes to the local control mode automatically.

Local control lock

***LLO** <cr>

This command locks out the local control; the calibrator cannot be returned to local control by pressing LOCAL button. Return to local control can only be performed by a command sent through the bus, or by switching the calibrator off and on.

Local control unlock

***UNL** <cr>

This command cancels the „*LLO“ command. Unlocked calibrator can be returned to local control mode by pressing LOCAL button.

Examples of use

Calibration of measurement instruments

The calibrator can be used for direct calibration of various instruments which measure electrical values. Opt. 140-01 cable adapter is recommended. The cable adapter includes a temperature sensor which allows the measurement of external temperature. Measured value can be displayed by pressing INPUT button.

Multimeters

The calibrator can be used for calibration of digital and analogue multimeters (DCV, ACV, DCI, ACI, resistance, capacitance, temperature, frequency and duty cycle.

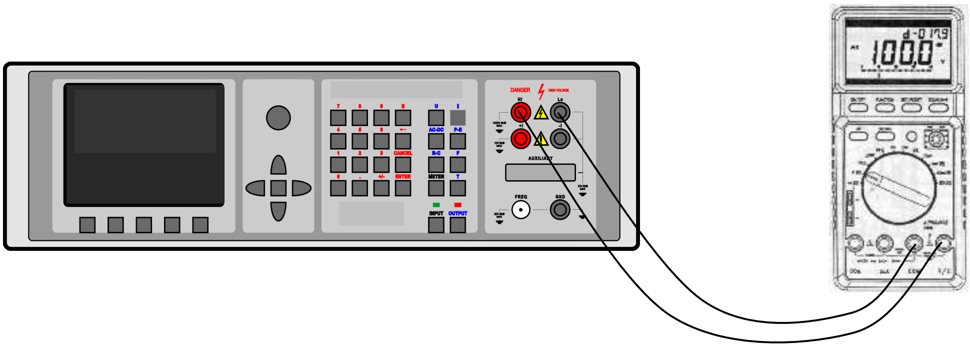
Voltage ranges

Thanks to low output impedance and high output current, the calibrator can be used for calibration of analogue voltmeters and milivoltmeters having low input impedance. Voltage output is connected to Hi/Lo terminals. The calibrator does not allow the four-wire connection of the instrument to be calibrated.

It is not recommended to connect non-standard load to the voltage output. The calibrator is designed to be used for calibration of voltmeters. Output terminals should be loaded with high and real impedance. Although the output is fitted with fast electronic and microprocessor protection, high capacitance or inductance loads can lead to oscillations of output amplifiers and result in damage.

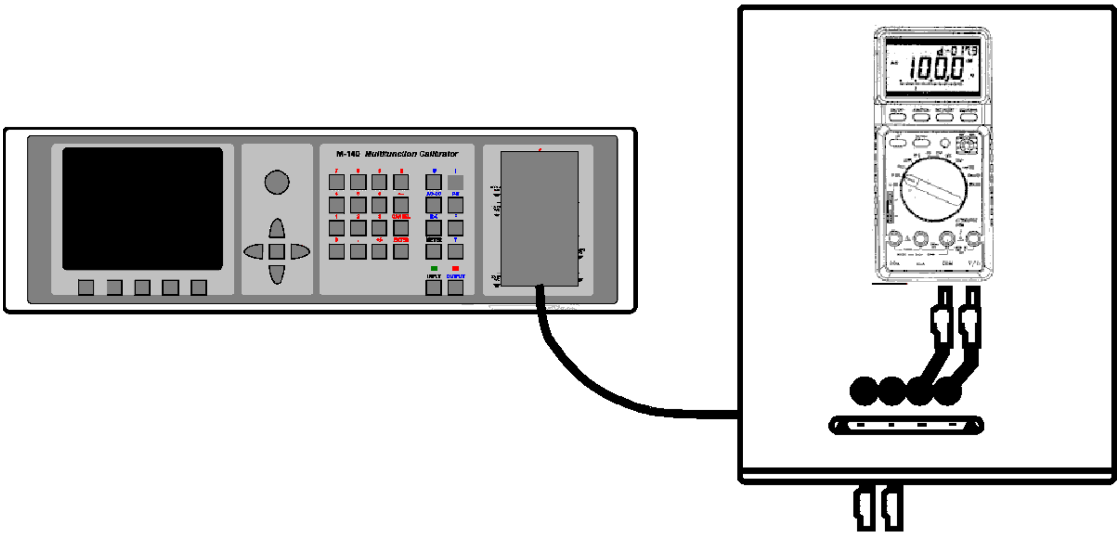
The instrument to be calibrated can be connected either directly to the front panel terminals, or through Opt.140-01 cable adapter. If L terminal of the instrument to be calibrated is not grounded, then calibrator’s Lo terminal should be grounded (GND U ON, see „Setup menu“ chapter).

Connection of a multimeter to be calibrated (voltage range) to calibrator’s output terminals



Truncated waveform with defined distortion can be used for testing of multimeters

Connection of a multimeter to be calibrated (voltage range) to the terminals of 140-01 cable adapter



Current ranges

All DC and AC current ranges are connected to calibrator's +I/-I terminals.

If current is drawn from calibrator's +I and –I output terminals, +I and –I output terminals located at 140-41 cable adapter must not be connected simultaneously!

When using the current output under heavy load (10 to 20 A), the runtime is limited to 0 to 60 s. The runtime depends on the set current and it is controlled by the microprocessor. The user cannot extend the runtime; if longer runtime is required, the output terminals must be unloaded, some time must elapse (for example1 min.) and the load can then be connected again.

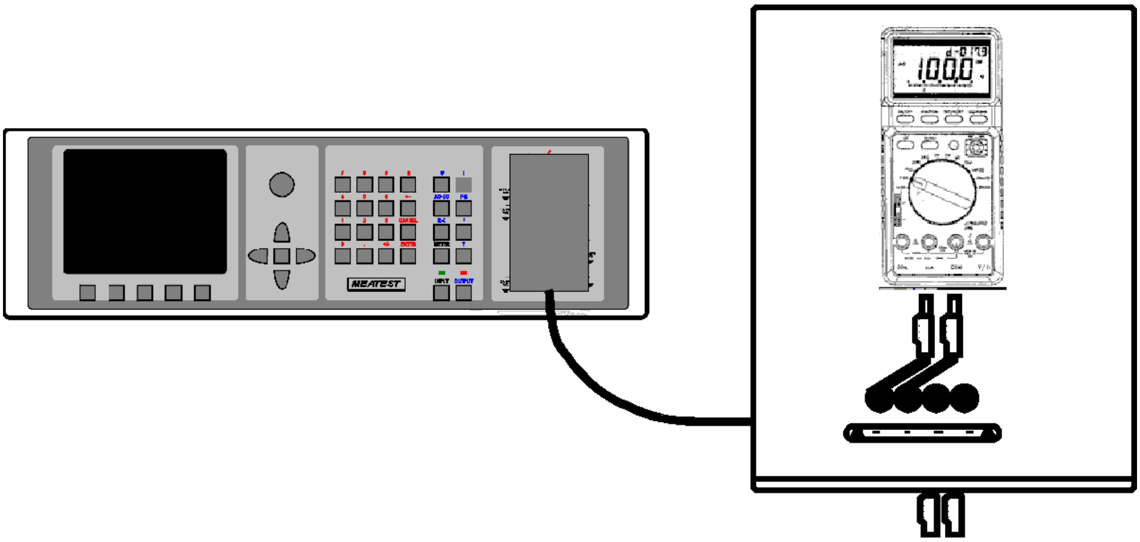
When feeding 2 to 20 A current to the output terminals, the output voltage must not exceed approx. 1.5 Vef. If the current induces higher voltage on the load, the calibrator disconnects the output terminals and displays an error message.

When ammeters are being calibrated using currents over 1 A, it is important to connect the terminals properly, paying attention both to the calibrator's output terminals and the instrument's input terminals. Excessive contact resistance can heat up the terminals and cause calibration errors. Excessive and unstable contact resistance has non-linear characteristic and can distort the output AC current.

It is not recommended to connect non-standard load to the current output. The calibrator is designed to be used for calibration of ammeters. Output terminals should be loaded with low and real impedance. Although the output is fitted with fast electronic and microprocessor protection, high capacitance or inductance can lead to oscillations of output amplifiers and result in damage.

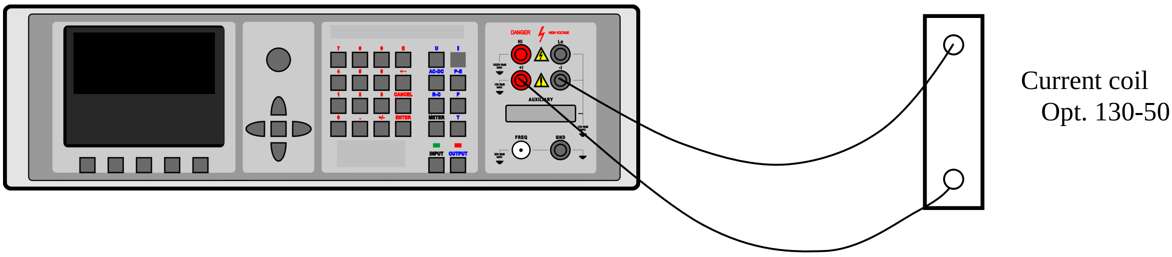
The instrument to be calibrated can be connected either directly to the front panel terminals, or to Opt.140-01 cable adapter. If L terminal of the instrument to be calibrated is not grounded, then calibrator's -U (-I) terminal should be grounded (GND U ON, GND I ON, see „Setup menu" chapter).

Connection of a multimeter to be calibrated (current range) to calibrator's output terminals



Optional current coil can extend the calibrator's current range to 1000 A. The coil can be used for calibration of both DC and AC ammeters. The clamps of the ammeter must be positioned in angle 90° to the coil. When using the current coil, no steel or other magnetic objects must be present in the vicinity (50 cm) of the current coil, as they would deform the magnetic field and cause big calibration error.

Connection of current coil:



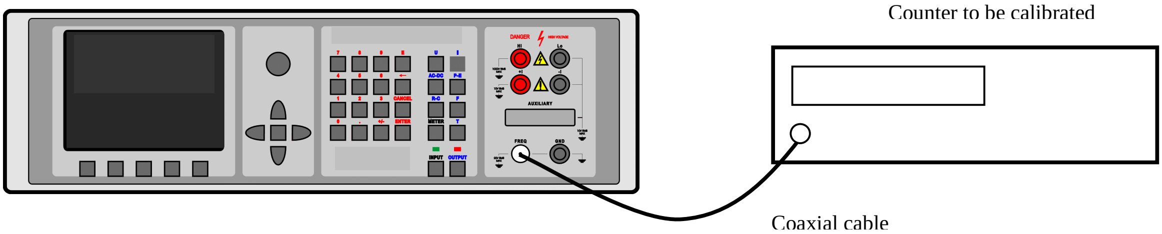
Counters and oscilloscopes

The calibrator can be used for basic calibration of the frequency ranges of multimeters and simple counters. The calibrator provides the following functions:

- calibration of frequency functions up to 20 MHz using squarewave signal. The function is activated by pressing F direct mode button and selecting HF mode. Frequency can be set.
- check of input sensitivity from 1 mV to 10 V in the frequency range up to 100 kHz. The function is activated by pressing F direct mode button and selecting PWM mode. Frequency, amplitude and duty cycle can be set.
- calibration of time period using squarewave signal whose period can be set up to 10 s, with selectable duty cycle. The function is activated by pressing F direct mode button and selecting PWM mode. Frequency, amplitude and duty cycle can be set.

The instrument to be calibrated connects to FREQ connector using BNC/banana cable.

Connection of the frequency output



The calibrator can be used for basic calibration of oscilloscopes. The calibrator provides the following functions.

- check of time base up to 20 MHz using squarewave signal. The function is activated by pressing F direct mode button and selecting HF mode. Frequency can be set.
- check of vertical channel input sensitivity from 1 mV to 10 V in the frequency range up to 10 kHz. The function is activated by pressing F direct mode button and selecting PWM mode. Frequency, amplitude and duty cycle can be set.
- check of bandwidth using a signal up to 20 MHz with very steep rising edge (less than 5 ns). Calibration of time period using squarewave signal whose period can be set up to 10 s, with selectable duty cycle. The function is activated by pressing F direct mode button and selecting PWM mode. Frequency can be set. The delay of the signal displayed on the oscilloscope's screen is checked.

The oscilloscope to be calibrated connects to FREQ connector using a coaxial cable.

Measurement

Thanks to built-in multimeter, the calibrator can be used for basic calibration of some sources of electrical signals. The table lists the type of adapter which is necessary for a particular measurement.

Applications and desired options

DC voltage to 12 V	Opt. 40 or Opt 140-41
DC current to 25 mA	Opt. 40 or Opt 140-41
Impulse frequency to 15 kHz	Opt. 40 or Opt 140-41
Temperature through external TC sensor	Opt.140-41
Temperature through external RTD sensor	Opt. 60 or Opt.140-41
Non-electric quantities with strain gauge sensors (force, pressure, torque, etc.)	Opt.140-41
Resistance to 2 kΩ	Opt. 60 or Opt. 140-41

Voltage, current and frequency

10 V voltage range, 20 mA current range and frequency up to 15 kHz can be measured using Opt. 40 cable. The connection simple. The cable is connected to calibrator's AUXILIARY connector, the other end has bananas which connect calibrator to the measured object. When making the connection, observe the polarity and connect the calibrator's L terminal to the L (common) or grounded terminal of the measurement instrument. To activate the measurement, select the respective function mode and press INPUT to measure the input value.

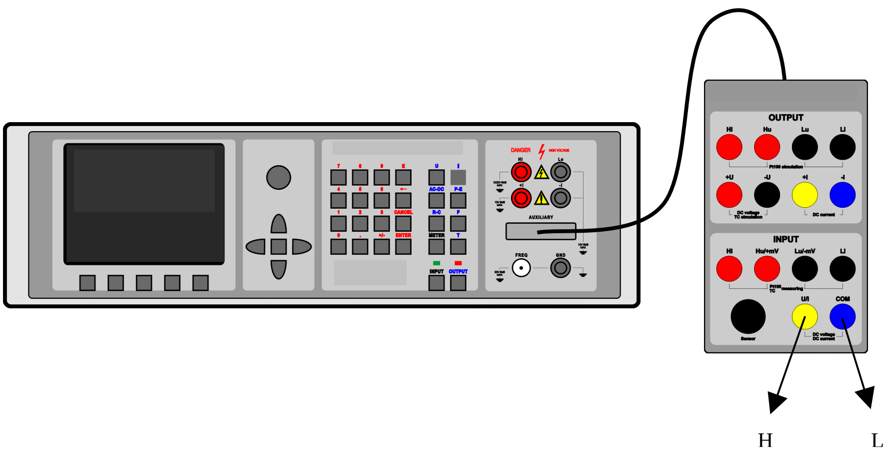
ATTENTION

The input terminals of the built-in multimeter are floating. Maximum voltage between the input terminals and the chassis is 15 Vpk. If this value is exceeded, the multimeter can be damaged.

If the measurement range is exceeded, the calibrator displays an error message; input terminals are disconnected only in the voltage and current measurement mode and remain connected in all other modes.

If 140-41 cable adapter is used, the signal to be measured is connected to U/I – COM terminals. COM is the common terminal of the multimeter.

Connection of the multimeter when measuring the voltage, current and frequency using Opt. 140-41 cable adapter



The multimeter allows the measurement of small DC voltages in the range of 0 to 2 V. 140-41 cable adapter is required. The signal to be measured connects to Hu/+mV and Lu/-mV terminals. Lu/-mV is the common terminal of the multimeter. To activate the measurement, select mVDC function mode using METER button in the function menu and press INPUT to measure the input value.

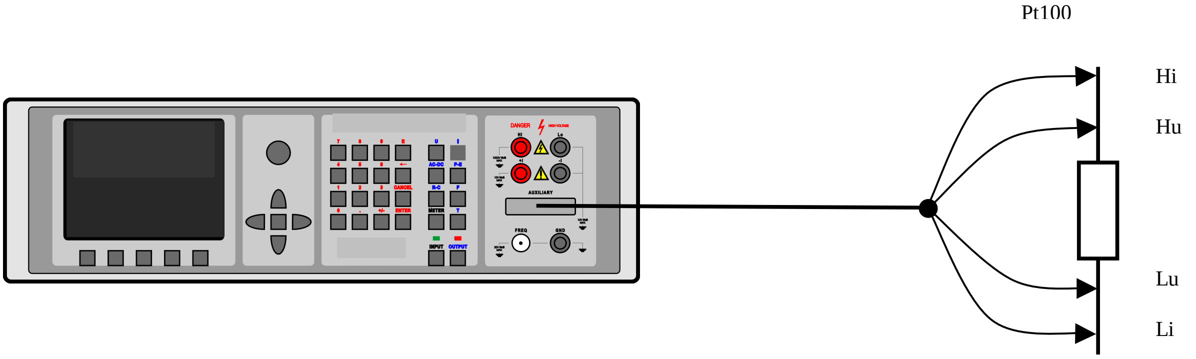
Measurement of resistance or temperature using resistance temperature sensors

Resistance can only be measured using four-wire connection using Opt. 60. Opt. 60 cable ends with four bananas, labeled Hi, Hu, Lu, Li. Their meaning is as follows:

- Hi current terminal H
- Hu voltage terminal H
- Lu voltage terminal L
- Li current terminal L

During the measurement of resistance or temperature using resistance temperature sensors, the rules applicable to the four-wire connection must be observed.

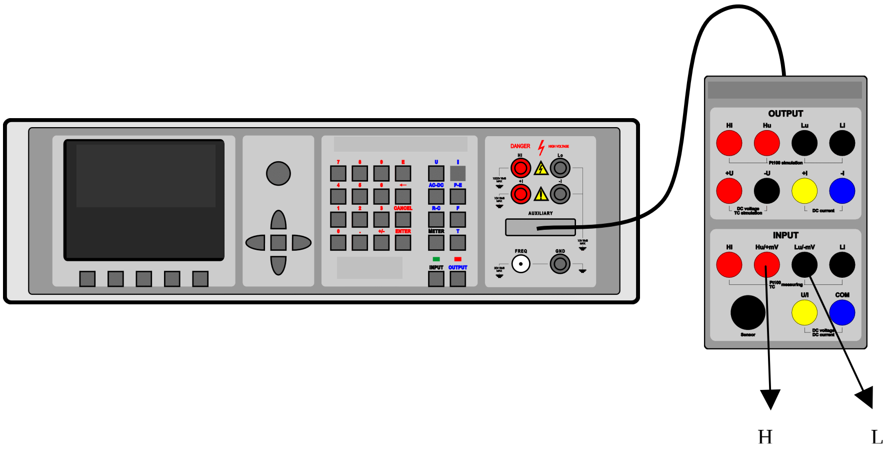
Connection of Pt100 sensor using Opt. 60 cable:



Measurement of temperature using thermocouples

The built-in multimeter allows the measurement of temperature using external thermocouple. 140-41 is required. The thermocouple connects to Hu/+mV and Lu/-mV terminals. Temperature of cold junction must be set manually.
To activate the measurement, select T TC function mode using METER button in the function menu and press INPUT to measure the input value.

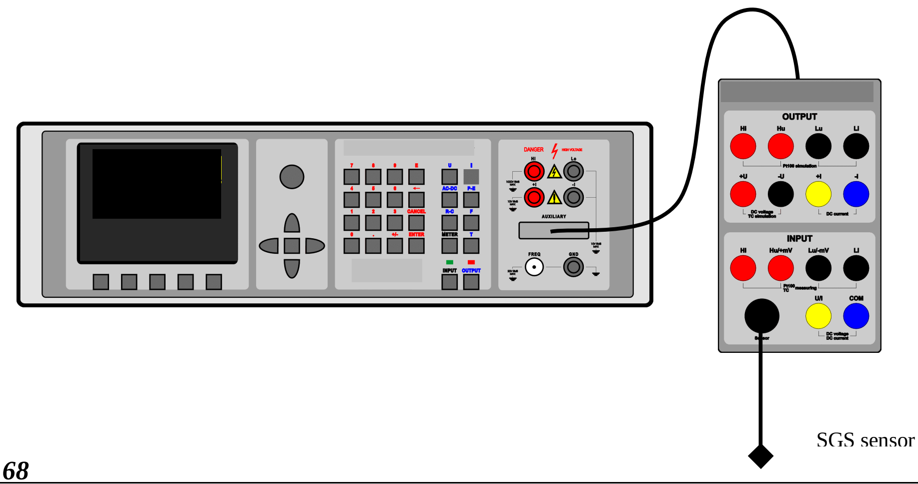
Connection of thermocouple to 140-41 cable adapter:



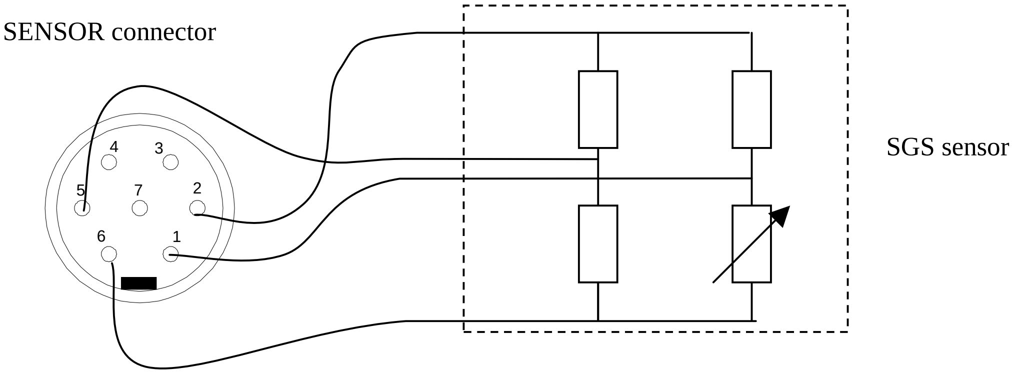
Strain gauge sensors for non-electrical values

The calibrator can be used to measure non-electrical values using bridge-connected strain gauges. The bridge is supplied with DC voltage up to 15 V while measurement of small DC voltages between the other two points of the bridge is measured. Each sensor is characterized by calibrated sensitivity of output voltage dependency on the measured non-electrical value.

140-41 cable adapter fitted with separate 7pin connector labeled SENSOR is required. The picture shows the connection of the sensor to the calibrator.



Connection of the sensor to SENSOR connector



Meaning of pins of SENSOR connector:

1 Voltage signal	output of the bridge
2 Power supply	+ power to the bridge
3 Not connected	
4 Not connected	
5 Voltage signal	output of the bridge
6 Power supply	- power to the bridge
7 Shielding	

Testing of regulation and measurement sets and evaluation units

The calibrator can be used for calibration and testing of various instruments and regulators which must be fed by precise signal and whose response (electrical signal) is to be measured.
Two methods of connection can be used, each of them having different function and generation and measurement ranges.
Simultaneous mode can only be used if Opt 40, 60, or 140-41 cable adapter is connected to AUXILIARY terminal. When no adapter is connected, simultaneous mode cannot be activated.

Use of Opt. 140-41 cable adapter

This adapter allows full utilization of the features of the built-in multimeter. It can be used during the calibration of objects which require the simulation of temperature or other non-electrical sensor signals, or the generation of small DC voltages at the input side, and the measurement of standard outputs (current loop, standard voltage) at the output side.

When using 140-41 cable adapter, OUTPUT 140-41 option must be set in the setup menu. This function selects the calibrator’s output terminals. If OUTPUT 140-41 option is set to PANEL, calibrator’s output is connected to front panel terminals (not to the cable adapter). If this option is set to AUX, output signals are connected to the cable adapter (not to the front panel terminals). “Multimeter/Simultaneous function” chapter defines the limits of functions and ranges.

If 140-41 cable adapter is used for simultaneous calibration and OUTPUT 140-41 option is set to AUX, the following generation/measurement ranges can be set:

Generator	
DCV	0 – 20 V
DCI	0 – 20 mA
Resistance	0 – 50 MΩ
RTD sensor simulation	Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
TC sensor simulation	K, N, R, S, B, J, T, E
Meter	
DCV	0 – 12 V
mVDC	0 – 2 V
DCI	0 – 25 mA
Resistance	0 – 2 kΩ
Frequency	1 – 15kHz

If 140-41 cable adapter is used for simultaneous calibration and OUTPUT 140-41 option is set to PANEL, the following generation/measurement ranges can be set:

Generator	
DC/AC V	0 – 1000 V
DC/ AC I	0 – 20 A
Resistance	0 – 50 MΩ
RTD sensor simulation	Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
TC sensor simulation	K, N, R, S, B, J, T, E
Fequency	0.1 – 20 MHz
Power/Energy	0.2 – 240 V / 0.2 – 20 A
Meter	
DCV	0 – 12 V
MVDC	0 – 2 V
DCI	0 – 25 mA
Resistance	0 – 2 kΩ
Frequency	1 – 15 kHz

When 140-41 cable adapter is connected, only harmonic signals are generated (SHAPE function is inactive).

Use of Option 40/60 cable adapter

Opt. 40 cable supports simultaneous mode - measurement of voltage up to 12 V, current up to 25 mA and frequency up to 15 kHz. Opt. 60 cable is designed for four-wire measurement of resistance or temperature using resistance temperature sensors. The generation ranges are the same as when 140-41 cable adapter is used.

Use of Option 70

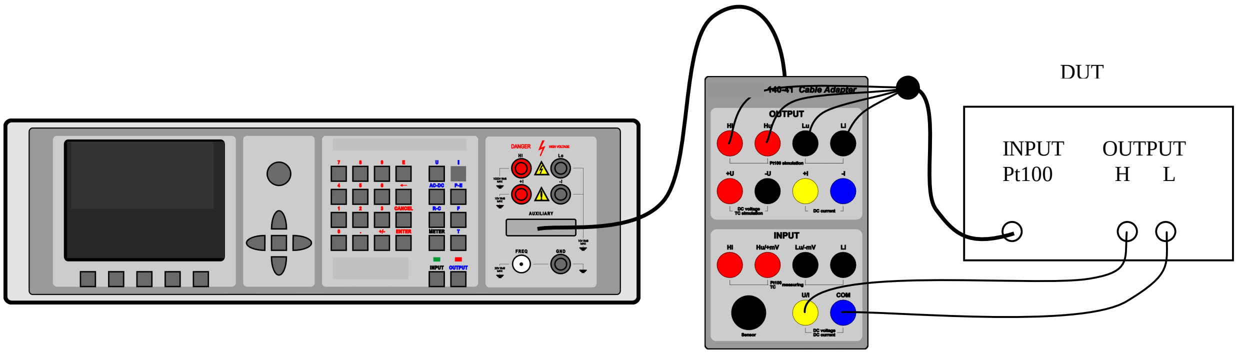
Adapter is aimed for four-wire generation of resistance values and for four-wire resistance temperature sensor simulation. Re-calibration of resistance function of the calibrator can be performed only with this adapter. Resistance ranges are the same as two-wire resistance ranges with output on Hi – Lo terminals on front panel.
When adapter Option 60 is used, resistance output is only on output terminals on this adapter. Front panel Hi – Lo terminals are switched off.
When adapter Option 60 is used, set resistance value is connected to the adapter output terminals permanently. Status of button ON/OFF doesn’t influence resistance connecting or disconnecting.

Examples of tests

Examples of applications

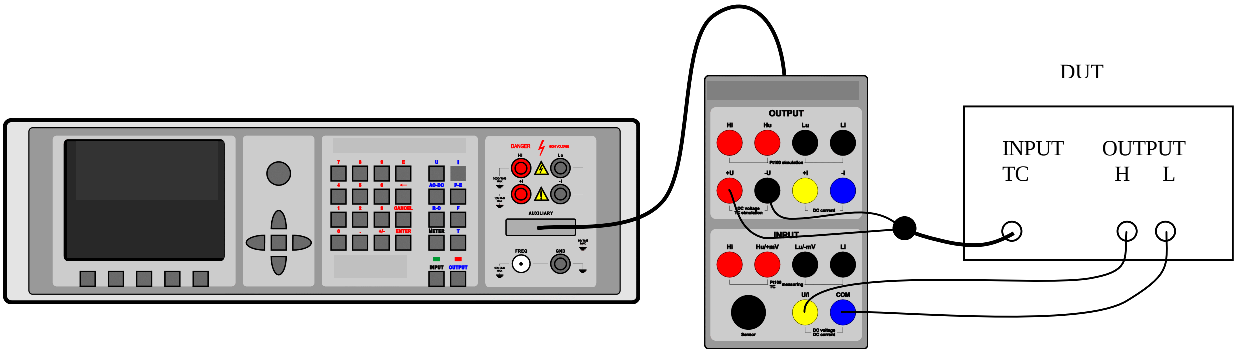
Generation	Measurement	Application
Pt 100	10 V / 20 mA / f	Calibration of temperature evaluation units, setting of temperature regulators
TC	10 V / 20 mA / f	Calibration of temperature evaluation units, setting of temperature regulators
Frequency	10 V / 20 mA	Setting/calibration of energy meters
Resistance	10 V / 20 mA	Measurement of resistance bridges

1. Calibration of industrial thermometers with Pt100 sensor and 20 mA / 10 V output:



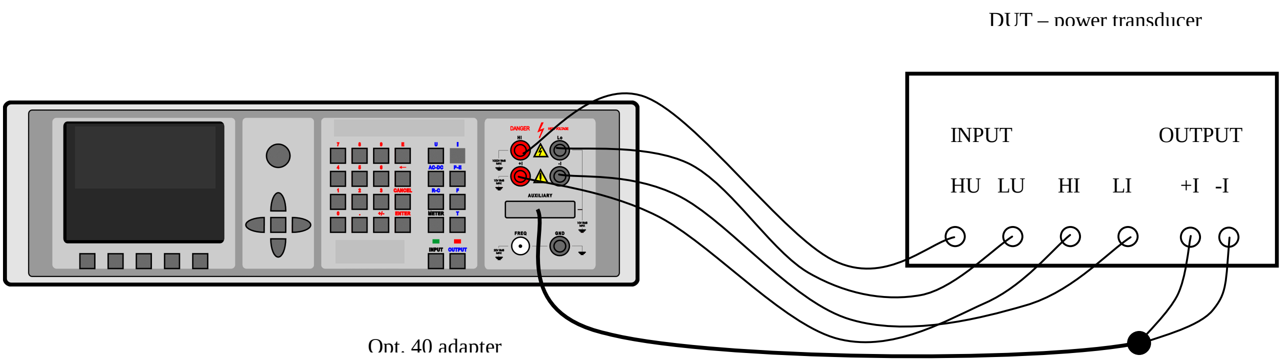
Function setup:	Calibrator	T RTD function
		OUTPUT 140-41 ON
	Multimeter	DCV or DCI depending on the output signal type of the unit being tested
	Adapter	Opt. 140-41

2. Calibration of industrial thermometers with thermocouple sensor and frequency output:



Function setup:	Calibrator	T TC function
		OUTPUT 140-41 ON
	Multimeter	F
	Adapter	Opt. 140-41

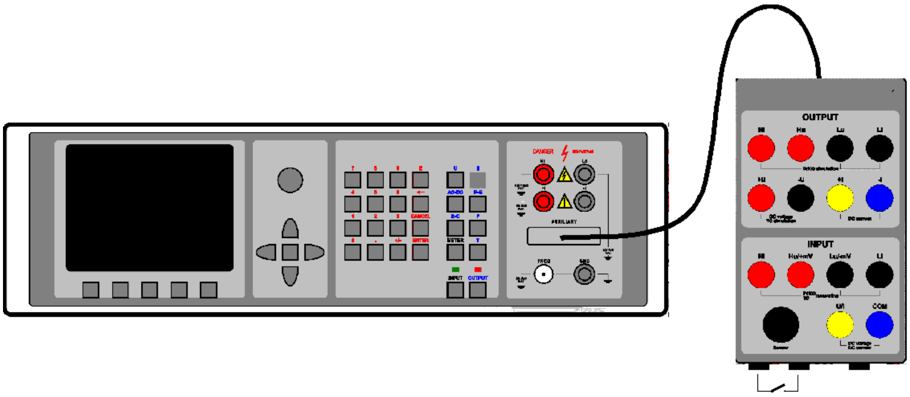
3. Calibration of a single phase “electrical power/current loop” transducer



Function setup:	Calibrator	P function (voltage, current, power factor, frequency)
	Multimeter	DCI
	Adapter	Opt. 40

Testing

When the calibrator is used as a tester, the results of the tests (PASS/FAIL) can be used to sort the products etc. Contacts of the relay are connected to 140-41 cable adapter's front panel using black terminals ∅ 4mm. Basic definition of the status of the relay is performed using SETUP MENU and is valid for all test programs.



Specification

Uncertainties include long-term stability, temperature coefficient, linearity, load and line regulation and the traceability of factory and National calibration standards. Specified accuracy is valid after one hour warm up in temperature range 23 ± 2 °C. Specified accuracy is one year accuracy.

Calibrator

Voltage

summary range DCV:	0 µV - 1000 V
summary range ACV:	1 mV – 1000 V
internal ranges:	20 mV, 200 mV, 2 V, 20 V, 240 V, 1000 V
frequency range:	20 Hz to 50 kHz bellow 20 V
	20 Hz to 10 kHz bellow 200 V
	20 Hz to 1000 Hz bellow 1000 V

DCV uncertainty

range	***% value + % range***	***max. current mA***
0 µV - 20 mV	0.03 + 0.0 + 10 µV	5
20 mV - 200 mV	0.01 + 0.0 + 15 µV	5
200 mV - 2 V	0.003 + 0.0008	30
2 V - 20 V	0.003 + 0.0005	30
20 V – 240 V	0.003 + 0.0005	30
240 V - 1000 V	0.005 + 0.005	2

*[2] value of the range for uncertainty calculation is 200 V

ACV uncertainty

range	***% value + % range***	***max. current mA***	***% value + % range***	***max. current mA***
	20 Hz - 10 kHz	***20 Hz - 10 kHz***	***10 kHz - 50 kHz***	***10 kHz - 50 kHz***
1 mV - 20 mV	0.2 + 0.05 + 20 µV	5	0.20 + 0.10 + 20 µV	5
20 mV - 200 mV	0.1 + 0.03+ 20 µV	5	0.15 + 0.05 + 20 µV	5
200 mV - 2 V	0.025 + 0.005	30	0.05 + 0.01	10
2 V - 20 V	0.025 + 0.005	30	0.05 + 0.03	10
20 V – 240 V *[2]	0.025 + 0.010	30	- -	
240 V – 1000 V	0.03 + 0.02 *[1]	2	- -	

*[1] valid for f < 1000 Hz
*[2] value of the range for uncertainty calculation is 200 V, in the range 200 to 240 V is frequency limited to 1 kHz.

range	***% value+ % range***	***max. current mA***
	50 kHz - 100 kHz	***50 kHz - 100 kHz***
1 mV - 20 mV	1.0 + 0.10 + 20 µV	3
20 mV - 200 mV	0.3 + 0.05 + 20 µV	3
200 mV - 2 V	0.2 + 0.05	5
2 V - 20 V	0.2 + 0.05	5
20 V – 240 V	- -	
240 V – 1000 V	- -	

Auxiliary parameters

range	***20mV***	***200mV***	***2V***	***20V***	***200V***	***1000V***
THD*[2] *[3] output impedance maximal capacitance load	0,05% + 200 uV < 10 mΩ 500 pF	0,05% + 300 uV < 10 mΩ 500 pF	0,05% < 10 mΩ 500 pF	0,05% < 10 mΩ 500 pF	0,05% < 100 mΩ 300 pF	0,2% < 100 mΩ 150 pF

*[2] parameter includes non-linear distortion and non-harmonic noise
*[3] valid for frequencies to 10 kHz

Function Shape

voltage range: 1 mV to 200 V
wave form: square, positive, negative, symmetrical, ramp A, ramp B, triangle
truncated sin with THD 13,45 %
peak value uncertainty: 0.3 % + 50 uV
displayed values: peak, effective
Minimum frequency for squarewave signals is 0.1 Hz, for all others 20 Hz.

Current

summary range DCI: 0 - 20 A (with current coil 140-50 to 1000A)
summary range ACI: 1 µA - 20 A (with current coil 140-50 to 1000 A)
internal ranges: 200 µA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A, 20 A
frequency range: 20 Hz to 5 kHz bellow 200 mA
20 Hz to 1000 Hz bellow 20 A

DCI uncertainty

range	*% value + % range*	*max. voltage V*
0 µA - 200 µA	0.05 + 0.0 + 20 nA	3
200 µA - 2 mA	0.02 + 0.005	3
2 mA - 20 mA	0.01 + 0.003	3
20 mA - 200 mA	0.01 + 0.003	3
200 mA - 2 A	0.015 + 0.005	3
2 A - 20 A	0.02 + 0.010	1.5

ACI uncertainty

range	***% value + % range***	***max voltage Vef***	***% value + % range***	***max voltage Vef***
	20 Hz - 1 kHz		***1 kHz – 5 kHz***	
1 µA - 200 µA	0.15 + 0.0 + 20 nA	3	0.30 + 0.10 + 20 nA	3
200 µA - 2 mA	0.07 + 0.01	3	0.20 + 0.05	3
2 mA - 20 mA	0.05 + 0.005	3	0.20 + 0.05	3
20 mA – 200 mA	0.05 + 0.005	3	0.20 + 0.05	3
200 mA – 2 A	0.05 + 0.005	3	- -	- -
2 A - 20 A	0.10 + 0.03	1.5	- -	- -

range	***% value + % range***	***max voltage Vef***
	5 kHz – 10 kHz	
1 µA - 200 µA	- -	- -
200 µA - 2 mA	0.50 + 0.07	2
2 mA - 20 mA	0.50 + 0.07	2
20 mA - 200 mA	0.50 + 0.07	2
200 mA - 2 A	- -	- -
2 A - 20 A	- -	- -

When option 130-50, 140-50 Current Coil is used, add uncertainty 0.3% of the set current to the value specified in above table. Output current is multiplied by factor 50.

Auxiliary parameters

range	***200 uA***	***2 mA***	***20 mA***	***200 mA***	***2 A***	***10 A***
maximal inductive load	400 uH	400 uH	400 uH	400 uH	200 uH	100 uH
THD*1	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%

*1 parameter includes non-linear distortion and non-harmonic noise

Function Shape

current range:	100 uA to 2 A
wave form:	square, positive, negative, symmetrical, ramp A, ramp B, triangle truncated sin with THD 13,45 %
peak value uncertainty:	0.3 % + 500 nA
displayed values:	peak, effective

Minimum frequency for squarewave signals is 0.1 Hz, for all others 20 Hz.

Resistance

summary range: 0 Ω to 50 MΩ

Resistance uncertainty

resistance range	***uncertainty of value [%]***	***current range***
0 Ω - 100 Ω	0.03 + 10 mΩ	1 mA - 40 mA
100 Ω - 400 Ω	0.015	400 µA - 20 mA
400 Ω - 2 kΩ	0.015	100 µA - 4 mA
2kΩ - 10 kΩ	0.015	20 µA - 1 mA
10 kΩ - 40 kΩ	0.015	4 µA - 200 µA
40 kΩ - 200 kΩ	0.015	1 µA - 40 µA
200kΩ -1 MΩ	0.05	0.2 µA - 10 µA
1 MΩ - 4 MΩ	0.1	40 nA – 2 µA
4 MΩ - 20MΩ	0.2	10 nA – 500 nA
20 MΩ - 50MΩ	0.5	4 nA – 150 nA

Maximal allowed voltage on output terminals is 8 V_{pp}. Uncertainty is valid for four-terminal connection with use of Option 70 or Option 140-41 Cable adapters. For two-wire connection from the terminals Hi-Lo na the front panel add to the specified uncertainty next +10 mOhm.

Capacitance

summary range: 0.9 nF to 50 µF

Capacitance uncertainty

range	*uncertainty of value [%]*	*max. frequency*
900 pF - 2.5 nF	0.5 + 15 pF	1000 Hz
2.5 nF - 10 nF	0.5 + 5 pF	1000 Hz
10 nF - 50 nF	0.5	1000 Hz
50 nF – 250 nF	0.5	1000 Hz
250 nF - 1 µF	0.5	500 Hz
1 µF – 2.5 µF	1	300 Hz
2.5 µF - 5 µF	1	300 Hz
5 µF – 10 µF	1.5	300 Hz
10 µF - 50 µF	2.0	300 Hz

Maximal allowed voltage on output terminals is 8 V_{pp}.

AC and DC power/energy

summary voltage range: 0.2 V to 240 V
current capability of voltage output: depends on the voltage range
summary current range: 2 mA to 10 A
maximal voltage on current output: depends on the current range
power range: 0.0004 to 2.4 kVA
time period range: 1.1 s to 1999 s
frequency range: DC, 40 Hz to 400 Hz

DCV uncertainty

See table of DCV uncertainty.

DCI uncertainty

range	*% value + % range*	*max. voltage* ***[V]***
2 mA - 20 mA	0.05 + 0.010	3
20 mA - 200 mA	0.05 + 0.005	3
200 mA - 2 A	0.05 + 0.005	3
2 A – 10 A	0.05 + 0.010	1.5

DC POWER uncertainty

Uncertainty of DC power can be calculated from the following formula:

$$d P = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0.01^2)} \ [\%]$$

where dP is uncertainty of output power [%]
dU is uncertainty of set voltage [%]
dI is uncertainty of set current [%]

DC ENERGY uncertainty

Depends on voltage, current, time values. The best uncertainty is 0.016 %.

ACV uncertainty

See table of ACV uncertainty.

ACI uncertainty

range	*% value + % range*	*max. voltage **[V]***
2 mA – 20 mA	0.05 + 0.010	3
20 mA – 200 mA	0.05 + 0.005	3
200 mA - 2 A	0.05 + 0.005	3
2 A – 10 A	0.05 + 0.010	1.5

PHASE uncertainty

frequency range [Hz]	***phase uncertainty d*φ *[°]***
40 – 200	0.15
200 – 400	0.25

AC POWER uncertainty

Uncertainty of AC power can be calculated from the following formula:

for active power $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^2 + 0.03^2)}$ [%]
for reactive power $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^{*2} + 0.03^2)}$ [%]
for apparent power $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0.03^2)}$ [%]

where dP is uncertainty of power [%]
dU is uncertainty of set voltage [%]
dI is uncertainty of set current [%]
dPF is uncertainty of power factor (cosφ) [%]

For calculation of dPF is valid following formula:

$$dPF = (1 - \cos(\varphi + d\varphi)/\cos\varphi) * 100 \quad [\%]$$

where φ is set phase shift between voltage and current outputs
dφ is uncertainty of set phase shift in table above

dPF* is uncertainty of of sinφ [%]

For dPF* is valid following formula:

$$dPF^* = (1 - \sin(\varphi + d\varphi)/\sin\varphi) * 100 \quad [\%]$$

Example:

Set parameters: U = 100 V, I = 10 A, cos φ = 0.5, f = 50 Hz, displayed value of active power in W
Output voltage uncertainty: dU = 0.025 % value + 0.010 % range = 0.045 %
Output current uncertainty: dI = 0.10 % value + 0.03 % range = 0.7 %
Uncertainty due the set phase shift: PF 0.5 corresponds phase shift 60 °
dPF = (1 – cos (60+0.15)/cos 60) * 100 = (1 – 0.4977/0.5) * 100 = 0.45 %
Output power uncertainty: $dP = \sqrt{(0.045^2 + 0.7^2 + 0.45^2 + 0.03^2)} = 0.95$ %

POWER FACTOR (PF)

range: -1.0 to +1.0

PF uncertainty can be calculated for any set value of output voltage, current and PF from following formula:

$$dPF = (1 - \cos(\varphi + d\varphi)/\cos\varphi) * 100 \quad [\%]$$

where φ is set phase shift between voltage and current
dφ is uncertainty of set phase shift form the above table

AC ENERGY uncertainty

It depends on set value of voltage, current, time and PF. The best uncertainty is 0.07% for apparent energy.

Frequency

summary range: 0.1 Hz to 20 MHz
frequency uncertainty: 0.005 %
output: BNC connector located on the front panel
modes:
- PWM square wave output with calibrated duty cycle ratio, frequency and amplitude
- HF square wave output with calibrated frequency and amplitude

Mode PWM

frequency range: 0.1 Hz to 100 kHz
voltage range: 1 mV to 10 V
duty cycle ratio range: 0.01 to 0.99
wave form: square, symmetrical– positive – negative
duty cycle ratio uncertainty: 0.05 %

Amplitude uncertainty

range	***% value + % range***
1 mV - 20 mV	0.2 + 50 µV
20 mV - 200 mV	0.1 + 50 µV
200 mV - 2 V	0.1
2 V - 10 V	0.1

Mode HF

frequency range: 0.1 Hz to 20 MHz
output impedance: 50 Ω
wave form: square symmetrical, duty cycle ratio 1:1
amplitude: 4 V_{pk-pk}
output amplitude range: 0, -10, -20, -30 dB +/- 1 dB
amplitude uncertainty: 10 %
rise/fall time: < 3 ns

Temperature sensors simulation

temperature scale: ITS 90, PTS 68
types of sensors: RTD, TC

A. RTD (resistance) sensors

types: Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
range of R0 setting: 20 Ω to 2 kΩ
temperature range: -200 to +850 °C
temperature uncertainty: 0.04 °C to 0.5 °C (see table bellow)

Ranges and uncertainties of RTD sensor simulation

type	range –200 – 250 °C	range 250 – 850 °C
Pt100	0.1 °C	0.3 °C
Pt200	0.1 °C	0.2 °C
Pt1000	0.2 °C	0.4 °C
Ni100	0.07 °C [*1]	- -

[*1] Valid in range –60 to +180 °C.

Uncertainties in the table are maximal uncertainties of RTD sensor simulation. Actual uncertainty for each set value of simulated temperature is determined by uncertainty of relevant resistance. Actual temperature uncertainty is displayed on the calibrator display. Actual uncertainties are always lower than those in above table.

B. TC sensors:

types: K, N, R, S, B, J, T, E
temperature range: -250 to +1820 °C according to the type
temperature uncertainty: 0.4 to 4.3 °C (see table bellow)

Ranges and uncertainties of TC sensor simulation (with function AUTOCAL ON)

R	range [°C]	-50 - 0	0 - 400	400 – 1000	1000 – 1767
	uncertainty [°C]	3.2	2.1	1.4	1.7
S	range [°C]	-50 - 0	0 - 250	250 – 1400	1400 – 1767
	uncertainty [°C]	2.7	2.1	1.7	2.0
B	range [°C]	400 – 800	800 - 1000	1000 – 1500	1500 – 1820
	uncertainty [°C]	2.8	1.8	1.6	1.8
J	range [°C]	-210 - -100	-100 - 150	150 – 700	700 – 1200
	uncertainty [°C]	0.9	0.5	0.6	0.7
T	range [°C]	-200 - -100	-100 - 0	0 – 100	100 – 400
	uncertainty [°C]	0.9	0.5	0.4	0.4
E	range [°C]	-250 - -100	-100 - 280	280 – 600	600 – 1000
	uncertainty [°C]	1.6	0.4	0.5	0.5
K	range [°C]	-200 - -100	-100 - 480	480 – 1000	1000 – 1372
	uncertainty [°C]	1.0	0.6	0.7	0.8
N	range [°C]	-200 - -100	-100 - 0	0 – 580	580 – 1300
	uncertainty [°C]	1.2	0.7	0.6	0.8

Uncertainties in the table are maximal uncertainties of TC sensor simulation. Actual uncertainty for each set value of simulated temperature is determined by uncertainty of relevant resistance. Actual temperature uncertainty is displayed on the calibrator display. Actual uncertainties are always lower than those in above table.

Multimeter

Measuring: DC voltage
DC current
resistance, temperature
strain gauge sensors

Ranges and uncertainties

function	*total range*	*uncertainty (%)*	*resolution / range*
DC voltage - DCV *1	0 to +/-12 V	0.01 % + 300 µV	100µV / 10V
DC voltage - mVDC *1	0 to +/-2 V	0.02 % + 7 µV	20mV / 100nV, 200mV / 1uV, 2V / 10uV
DC current *1	0 to +/-25 mA	0.015 % + 300 nA	100 nA/20mA
Frequency	1 Hz to 15 kHz	0.005	10 µHz – 0.1 Hz
Resistance *2	0 to 2.5 k Ω	0.02% + 10 m Ω	20Ω / 1mΩ, 200Ω / 1mΩ, 2kΩ / 10mΩ
Temperature - Pt sensor	-200 to +850 °C *3	0.1 °C	0.1 °C
Temperature – TC sensor	-250 to +1820 °C	see Table	0.01 °C
Strain gauge sensors *4	depends on sensor	0.05 % + 10 µV + uncertainty of sensor	

*1 Uncertainties are valid after performing ZERO correction in set mode

*2 Measuring current 1 mA

*3 For Pt 1000 sensor maximum temperature is 350 °C

*4 Supply voltage: 2 to 10 V DC, non-symmetrical
Max. current: 40 mA
Input resistance: min. 100 MΩ
Sensitivity: setable in range 0.5 mV to 100 mV /V
Displayed unit : user´s defined

Ranges and uncertainties of temperature measuring with TC sensor

R	range [°C]	-50 - 0	0 – 400	400 – 1000	1000 – 1770
	uncertainty [°C]	2.5	1.5	1.0	1.2
S	range [°C]	-50 - 0	0 – 250	250 – 1400	1400 – 1770
	uncertainty [°C]	2.0	1.6	1.1	1.3
B	range [°C]	400 - 800	800 – 1000	1000 – 1500	1500 – 1820
	uncertainty [°C]	2.0	1.3	1.2	1.1
J	range [°C]	-210 - -100	-100 – 150	150 – 700	700 – 1200
	uncertainty [°C]	0.7	0.4	0.4	0.6
T	range [°C]	-200 - -100	-100 - 0	0 – 100	100 – 400
	uncertainty [°C]	0.8	0.5	0.4	0.4
E	range [°C]	-250 - -100	-100 - 280	280 – 600	600 – 1000
	uncertainty [°C]	1.1	0.4	0.4	0.5
K	range [°C]	-200 - -100	-100 - 480	480 – 1000	1000 – 1372
	uncertainty [°C]	0.8	0.4	0.6	0.8
N	range [°C]	-200 - -100	-100 – 0	0 – 580	580 – 1300
	uncertainty [°C]	0.9	0.5	0.5	0.8

Sorting function

Output GO/NG: 1 x make, 1 x break contacts, 50Vpp / 100mA
Triggering : external, internal, manual

General data

Warm up time:	1 hour	
Range of working temperatures:	23 ± 10 ^{o}C, humidity <80%	
Reference temperature:	23 ± 2 ^{o}C	
Dimension:	450 x 480 x 150 mm	
Netto weight	23 kg	
Power line:	115 - 220/230 V – 50/60 Hz	
Power consumption:	45 VA without load Max. 150 VA with full load	
Safety class:	I according EN 1010-1	
Used external fuses:	F4L250V	1 pcs
Used internal fuses:	F1.6L250V	3 pcs
	F200mL250V	2 pcs
	F2.5L250V	2 pcs

Accessories

Basic accessories (included in delivery)

- Power line cord 1 pc
- User´s manual 1 pc
- Test report 1 pc
- Spare fuse 2 pc
- Test cable 1000V/20A, 1m 2 pc
- Option 40 Cable adapter Canon 25 / 2 x BANANA, 1 m 1 pc
- Option 60 Cable adapter Canon 25 / 4 x BANANA, 1 m 1 pc
- Option 70 Adapter for four-terminal resistance generation 1 pc
- Cable RS RS-232 cable 1 pc

Options (extra ordered)

- 130-50 Current coil 50 turn
- 140-01 Cable adapter for calibration of multimeters
- 140-02 Set of cables
- 140-41 Cable adapter for simultaneous calibration/measuring
- Option 10 Output cable 20A/1000V (black)
- Option 11 Output cable 20A/1000V (red)
- Option 20 Output cable BNC/BNC
- Option 30 Output cable BNC/BANANA
- Option 40 Output cable D-SUB25/ 2xBANANA, 1 m
- Option 60 Output cable D-SUB25/ 4xBANANA, 1 m
- Cable GPIB IEEE488/IEEE488, 2m
- Cable RS Cable RS-232 for connecting to PC
- WinQbase SW for calibration of instrument
- MEACA Program module for multimeters
- Caliber Program module for multimeters

10 - 2006

Code 692140A00 – Ed. 1

Deutschland - Straßburger Str4 - 77694 KEHL/RHEIN - Tél : (0785 1) 99 26-0 - Fax : (07851) 99 26-60
España - C/ Roger de Flor N°293 - Planta 1 - 08025 BARCELONA - Tél : (93) 459 08 11 - Fax : (93) 459 14 43
Italia - Via Sant' Ambrogio, 23/25 - 20050 BAREGGIA DI MACHERIO (MI) - Tél : (039) 245 75 45 - Fax : (039) 481 561
Liban - P.O BOX 60-154 - 1241 2020 Jal el dib - BEYROUT - Tél : +961 1 890 425 - Fax : +961 1 890 424
Österreich - Slamastrasse 29 / 3 - 1230 WIEN - Tél : (1) 61 61 9 61 - Fax : (1) 61 61 9 61 61
Schweiz - Einsiedlerstrasse 535 - 8810 HORGEN - Tél : (01) 727 75 55 - Fax : (01) 727 75 56
UK - Waldeck House - Waldeck Road - MAIDENHEAD SL6 8BR - Tél : 01628 788 888 - Fax : 01628 628 099
China - Shanghai Pujiang Enerdis Inst. CO. LTD - 5 F, 3 Rd buildind, n°381 Xiang De Road 200081 SHANGHAI. Tél : (021) 65 08 15 43 - Fax : (021) 65 21 61 07
USA - d.b.a AEMC Instruments - 200 Foxborough Blvd, Foxborough, MA 02035 - Tél : (508) 698-2115 - Fax : (508) 698-2118

190, rue Championnet - 75876 PARIS Cedex 18 – FRANCE
Tél : (33) 01 44 85 44 85 - Fax : (33) 01 46 27 73 89 – http://www.chauvin-arnoux.fr